

# MODERNIZACIÓN DE LA UNIDAD DE PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR SALITRE.

KAREN MAYERLY CRUZ CAMARGO – IVÁN DARÍO CASTELLANOS MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA BOGOTÁ D.C

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CRIBADO DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL PTAR EL SALITRE

IVÁN DARÍO CASTELLANOS MARTÍNEZ  
KAREN MAYERLY CRUZ CAMARGO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTÁ  
2015

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CRIBADO DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL PTAR EL SALITRE

IVÁN DARÍO CASTELLANOS MARTÍNEZ  
KAREN MAYERLY CRUZ CAMARGO

Trabajo de Grado para optar al título de  
Especialistas en Gerencia de Proyectos

DIRECTOR DE PROYECTO  
ING. ÉDGAR VELASCO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTÁ  
2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

PRESIDENTE DEL JURADO

---

---

JURADO

---

JURADO

## CONTENIDO.

1. Formulación.....	12
1.1 Descripción organización fuente del problema o necesidad. ....	12
1.2 Planteamiento del problema. ....	12
1.2.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2.2 Árbol de problemas. ....	14
1.2.3 Descripción problema principal a resolver.....	16
1.2.4 Árbol de objetivos.....	16
1.3 Alternativas de solución. ....	18
1.3.1 Identificación de acciones y de alternativas. ....	18
1.3.2 Descripción general de las condiciones actuales. ....	18
1.3.3 Posibles alternativas de solución. ....	24
1.4 Objetivos del Proyecto.....	29
1.4.1 Objetivo general. ....	29
1.4.2 Objetivos específicos. ....	29
1.5 Marco metodológico.....	29
1.5.1 Fuentes de información.....	29
1.5.2 Tipos y métodos de investigación. ....	30
1.5.3 Herramientas.....	30
1.5.4 Supuestos y Restricciones. ....	30
1.5.5 Entregables del trabajo de grado .....	31
2. Estudios y evaluaciones.....	52
2.1 Estudio técnico .....	52
2.1.1 Institución / Organización donde se presenta la necesidad. ....	52
2.1.2 Análisis y descripción del proceso, bien o servicio a obtener.....	59
2.1.3 Estado del arte. ....	74
2.1.4 Aplicación del estado del arte. ....	77
2.2 Sostenibilidad. ....	78
2.2.1 Sostenibilidad Social del Proyecto. ....	79
2.2.2 Sostenibilidad Ambiental del proyecto.....	81

2.2.3	Sostenibilidad Económica del proyecto.....	82
2.2.4	Huella de carbono .....	83
2.2.5	Riesgos. ....	85
2.2.6	Involucrados.....	85
2.2.7	Análisis de poder e influencia del proyecto. ....	87
2.2.8	Estructura de Desglose de Riesgos. ....	89
2.2.9	Matriz de registro en riesgos. ....	90
2.3	Estudio económico y financiero. ....	94
2.3.1	EDT. ....	94
2.3.2	Recursos empleados.....	97
2.3.3	Costos empleados.....	102
2.3.4	Inversión.....	102
2.3.5	Evaluación financiera. ....	106
2.3.6	Análisis de sensibilidad. ....	110
3.	Planificación del Proyecto. ....	114
3.1	Programación del proyecto.....	114
3.1.1	Línea base de alcance. ....	114
3.1.2	Línea base de tiempo.....	122
	Ilustración 84:Análisis de recursos. ....	131
3.1.3	Indicadores.....	132
3.1.4	Riesgos principales. ....	133
3.2	Planes de proyecto. ....	136
3.2.1	Planes de gestion del proyecto. ....	136
3.2.2	<i>Project charter</i> .....	138
3.2.3	<i>Project management</i> . ....	143
3.2.4	<i>Product scope</i> . ....	147
3.2.5	Registro <i>stakeholders</i> .....	149
3.2.6	Matriz de análisis <i>stakeholders</i> . ....	150
3.2.7	Plan de manejo de alcance ( <i>SCOPE MANAGEMENT PLAN</i> ). ....	153
3.2.8	Plan gestion de requisitos. ....	157
3.2.9	Plan de gestion de cambios. ....	159
3.2.10	Plan de gestion de tiempo.....	162
3.2.11	Plan gestion de costos. ....	165

3.2.12	Plan de seguridad. ....	172
3.2.13	Plan de gestion recursos humanos. ....	176
4.	ANEXOS. ....	180
4.1	Anexo 1: Ideas de proyecto de grado. ....	181
4.2	Anexo 2: Análisis de involucrados 1. ....	182
4.3	Anexo 3: Alternativas de solución. ....	183
4.4	Anexo 4: Formato de solicitud de cambio. ....	184
	BIBLIOGRAFÍA. ....	185

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de saneamiento cuenca media río Bogotá .....	13
Ilustración 2: Árbol de problemas.....	15
Ilustración 3 Árbol de objetivos. ....	17
Ilustración 4: Reja fina frontal.....	20
Ilustración 5: Reja fina vista lateral 1. ....	21
Ilustración 6: Reja fina vista lateral 2. ....	22
Ilustración 7: Plano en explosión acople reductor y eje principal. ....	23
Ilustración 8 Alternativas de solución.....	28
Ilustración 9: Área de servicio PTAR Salitre .....	32
Ilustración 10 Localización estructuras de proceso.....	33
Ilustración 11 Toma de agua y puesto de bombeo. ....	34
Ilustración 12 Pre tratamiento .....	35
Ilustración 13 Decantación primaria.....	38
Ilustración 14 Espesador de lodos .....	40
Ilustración 15 Estación bombeo lodos espesados. ....	40
Ilustración 16 Digestores de lodos. ....	43
Ilustración 17: Sistema de biogás .....	44
Ilustración 18: Deshidratación de lodos .....	47
Ilustración 19: Resumen de fallas. ....	50
Ilustración 20: Consolidado resumen órdenes .....	51
Ilustración 21 Mapa de procesos .....	57
Ilustración 22 Organización corporativa.....	57
Ilustración 23: Estructura organizacional PTAR SALITRE.....	58
Ilustración 24: Cadena de abastecimiento .....	59
Ilustración 25: Datos Principales de la PTAR.....	61
Ilustración 26: Información actual del proyecto. ....	61
Ilustración 27: Reja mecánica de transmisión por cadena.....	62
Ilustración 28: Rejas mecánicas por movimiento oscilatorio.....	63
Ilustración 29: Esquema limpieza mecánica por catenaria. ....	64
Ilustración 30: Reja mecánica de accionamiento por cable. ....	64
Ilustración 31: Ponderación para selección de sistema de cribado fino.....	67
Ilustración 32 Proceso fijo - manual .....	75
Ilustración 33 Proceso semi automático .....	76
Ilustración 34 Proceso automático .....	77
Ilustración 35 Sostenibilidad social .....	80
Ilustración 36: Sostenibilidad Ambiental. ....	81
Ilustración 37 Sostenibilidad económica .....	82
Ilustración 38 Huella de carbono.....	84
Ilustración 39: Involucrados internos.....	86



Ilustración 40: Matriz de análisis de poder - influencia.....	87
Ilustración 41 Consolidado de la matriz poder- influencia.....	88
Ilustración 42: Estructura de desglose de riesgos.....	89
Ilustración 43 Probabilidad e impacto .....	90
Ilustración 44: Riesgos 1.....	91
Ilustración 45: Riesgo 2 .....	92
Ilustración 46: EDT .....	96
Ilustración 47 Hoja de recursos.....	97
Ilustración 48: Recurso por actividad 1.....	98
Ilustración 49: Recurso por actividad 2.....	99
Ilustración 50: Recurso por actividad 3.....	100
Ilustración 51: Costos por actividad 1.....	103
Ilustración 52: Costo por actividad 2.....	104
Ilustración 53: Continuación Costo por actividad 2.....	105
Ilustración 54 Mantenimiento año 2010 .....	107
Ilustración 55 Mantenimiento año 2011 .....	108
Ilustración 56 Mantenimiento año 2012 .....	108
Ilustración 57 Mantenimiento año 2013 .....	109
Ilustración 58 Mantenimiento año 2014 .....	109
Ilustración 59: Análisis de sensibilidad evento probable.....	111
Ilustración 60: análisis de sensibilidad evento optimista.....	112
Ilustración 61: Análisis de sensibilidad caso pesimista .....	113
Ilustración 62: Esquema General.....	114
Ilustración 63: Diagrama de Gantt 1 .....	115
Ilustración 64: Diagrama de Gantt 2 .....	116
Ilustración 65: Diagrama de Gantt 3 .....	117
Ilustración 66: Diagrama de Gantt 4.....	118
Ilustración 67: Diagrama de Gantt 5.....	119
Ilustración 68: Diagrama de Gantt 6.....	120
Ilustración 69: Diagrama de Gantt 7.....	121
Ilustración 70: Esquema diagrama de red 1.....	122
Ilustración 71: Esquema diagrama de red 2.....	123
Ilustración 72: Esquema de red 3.....	123
Ilustración 73: Esquema de red 4.....	124
Ilustración 74: Esquema de red 5.....	124
Ilustración 75: Diagrama de red 6.....	125
Ilustración 76: Diagrama de red 7.....	125
Ilustración 77: Cronograma 1.....	126
Ilustración 78: Cronograma 2.....	127
Ilustración 79: Cronograma 3.....	127
Ilustración 80: Cronograma 4.....	128
Ilustración 81: Cronograma 5.....	128
Ilustración 82: Cronograma 6.....	129
Ilustración 83: Cronograma 7.....	130
Ilustración 84:Análisis de recursos.....	131

Ilustración 85 Curva S avance. ....	132
Ilustración 86: Curva S presupuesto .....	133
Ilustración 87: Contingencias para riesgos. ....	134
Ilustración 88: Riesgos a monitorear.....	135

## **LISTA DE ANEXOS.**

Anexo 1: Ideas de proyecto de grado .....	181
Anexo 2: Análisis de involucrados. ....	182
Anexo 3: alternativa de solución. ....	183
Anexo 4: Formato de solictus de cambios. ....	184

## INTRODUCCIÓN.

A continuación, en este trabajo encontraremos el desarrollo de un proyecto basado en la modernización del proceso de cribado para la planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre. Para llegar a este proyecto primero realizamos una lluvia de ideas con 3 propuestas diferentes, las cuales pasaron por un proceso de descripción, evaluación y posterior elección. Ver: Anexo 1. Ideas de Proyecto de Grado.

Tras obtener información de cada proyecto y evaluarlo cualitativa y cuantitativamente, concluimos que la modernización del sistema de cribado, era la más adecuada y pertinente para desarrollar nuestro trabajo de grado.

Su campo de acción es amplio, permite desarrollar el proceso desde diferentes frentes y su interdisciplinariedad es fundamental para ejercer un mayor control, pues brinda mayor complejidad y permite integrar todas las habilidades y conocimientos que un Gerente de Proyectos debe tener.

## **MODERNIZACIÓN DE LA UNIDAD DE PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR SALITRE**

Formulación.

En Bogotá, se encuentra ubicada la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR El Salitre. Es un complejo tecnológico que contribuye al saneamiento del río Bogotá dentro de la cual se realiza una serie de procesos para dicho fin.

### **1.1 Descripción organización fuente del problema o necesidad.**

Dentro de los procesos realizados en la PTAR, se encuentra la zona de pretratamiento y a su vez, este incluye una fase llamada cribado, la cual es la encargada de la remoción de sólidos del agua que ingresa a la planta. Actualmente presenta una serie de fallas las cuales se intervendrán por medio de cambio de equipos.

### **1.2 Planteamiento del problema.**

Los actuales equipos presentan fallas de funcionamiento, mantenimiento y materiales que generan sobrecostos. Por tal motivo será este el punto de intervención. Es necesario conocer todos los procesos de la planta para determinar de manera específica la mediación que se realizará para el mejoramiento del cribado.

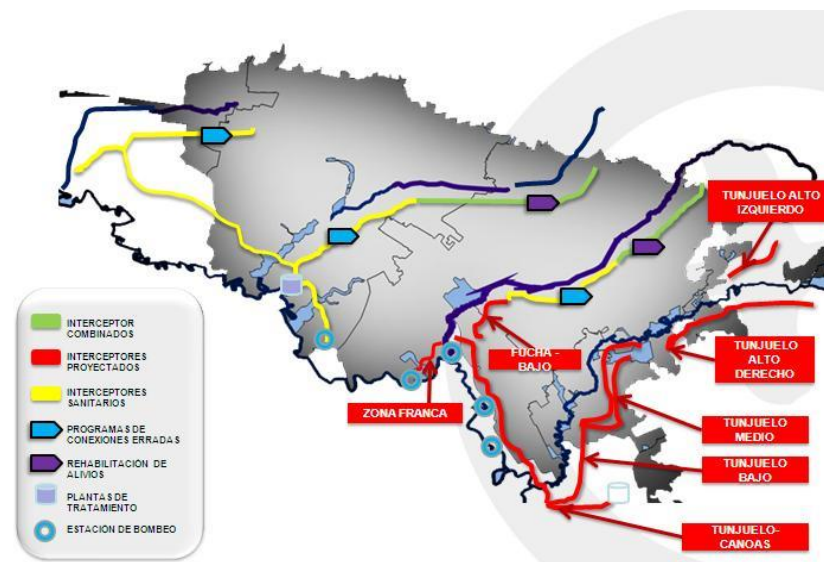
#### **1.2.1 Antecedentes del problema.**

Como parte de la experiencia obtenida a partir de la operación de la PTAR El Salitre, se han venido desarrollando estudios adicionales que consideran los aspectos ambientales, técnicos, financieros, y metas de calidad del agua del río, por parte de la Empresa de Acueducto, para optimizar el esquema de saneamiento en la cuenca media del río, de igual forma dichos estudios ha permitido concluir que en algunas zonas se requieren planes de mejoramiento, en

otros casos aumentar la capacidad de producción todo esto sustentando bajo el análisis de historial de fallas en cada uno de los equipos.<sup>1</sup>

Como resultado de éstos, se determinó conveniente eliminar las dos plantas inicialmente propuestas (Fucha y Tunjuelo), y construir otra PTAR para recibir los aportes de las cuencas de Fucha y Tunjuelo incluyendo los aportes sanitarios del municipio de Soacha, cuya localización es el sector de Canoas, como lo representa la ilustración 1: Esquema cuenca de saneamiento media río Bogotá.

**Ilustración 1: Esquema de saneamiento cuenca media río Bogotá**



**Fuente:** (Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - ESP, 2015).

Actualmente se cuenta con todos los sistemas de interceptores que transportan el agua residual hasta la PTAR El Salitre y está prevista su ampliación en el marco del Convenio Interadministrativo No. 171 de 2007 entre la CAR, el Distrito Capital –Secretaría Distrital de Ambiente y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP, (cuyo objeto es “Unir esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del Río Bogotá en el marco del que se ha denominado “Megaproyecto del Río Bogotá”), y debe ingresar en operación a 8 m<sup>3</sup>/s y

<sup>1</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Requerimiento de mejora para el proceso de cribado. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento Mecánico 2008.

tratamiento secundario para el primer trimestre de 2014 conforme a la Resolución 1929 de 2007 del Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.<sup>2</sup>

En cuanto a la PTAR Canoas, esta se encuentra en etapa de ingeniería de detalle, y paralelo a la misma se están construyendo el interceptor Canoas y las obras necesarias para la llegada de las aguas residuales a esta Planta; quedando así constituido el esquema de saneamiento del río en la cuenca media por dos plantas de tratamiento, una en Salitre y otra en Canoas con sus correspondientes interceptores que garanticen la captación y tratamiento de todas las aguas sanitarias generadas en la Ciudad.

Análisis de involucrados.

Dentro del análisis realizado, definimos los interesados de nuestro proyecto, entre los cuales se encuentran: departamento de mantenimiento, de operaciones, contratistas, comunidad y *sponsor*<sup>3</sup>.

Ver Anexo 2. Análisis de involucrados.

### **1.2.2 Árbol de problemas.**

El árbol de problemas de nuestro proyecto, se centra en la deficiente remoción de sólidos que actualmente se realiza en la planta, tanto en rejillas finas como gruesas. El análisis completo se aprecia en la siguiente ilustración 2: Árbol de problemas.

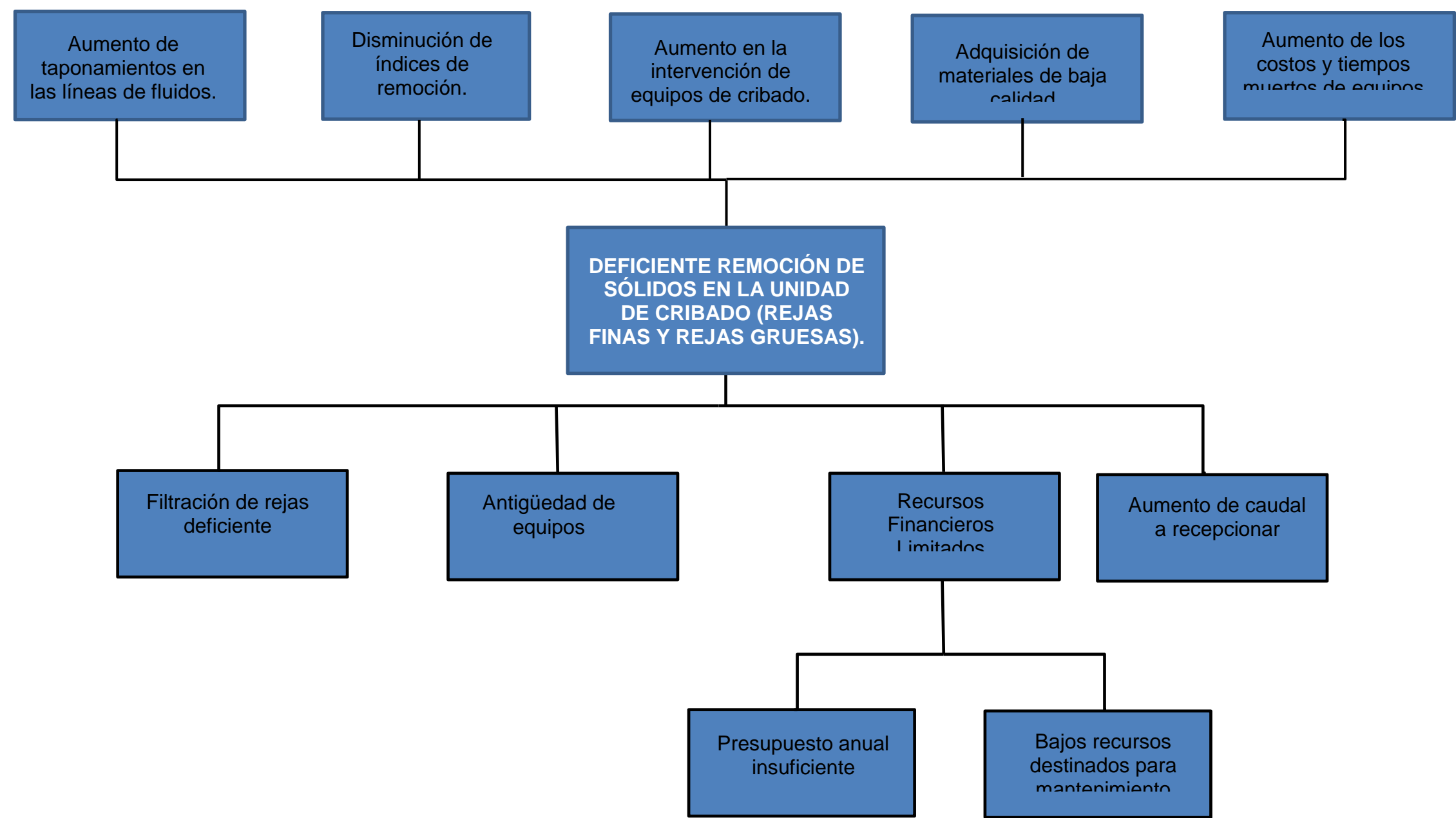
---

<sup>2</sup> CAR, Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente, y EAB. Convenio interadministrativo Interadministrativo No. 171 de 2007. Bogotá, 2007.

<sup>3</sup> *Sponsor*: Patrocinador.

1.2.2.1 Árbol de problemas del proyecto.  
A continuación describimos múltiples causas y efectos generados entorno a la problemática principalmente expuesta para este proyecto:

Ilustración 2: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia.



### **1.2.3 Descripción problema principal a resolver.**

Se requiere realizar la optimización y actualización tecnológica del sistema de cribado, debido a que el actual no garantiza la retención de todo el material grueso que ingresa a la planta, adicionalmente la operación de limpieza se convierte en un riesgo para el personal de operaciones al tener que realizar esta labor de forma manual todos los días; e incluso esta limpieza en temporada de invierno no es posible realizarla debido al incremento de los niveles del agua en esta zona, y en consecuencia el taponamiento de las rejillas y el paso de residuos gruesos que ponen en riesgo los equipos de los procesos sucesivos.<sup>4</sup>

### **1.2.4 Árbol de objetivos**

El objetivo principal que tenemos en nuestro proyecto es captar la mayor cantidad de sólidos en el proceso de cribado, expuesto en la ilustración 3: Árbol de objetivos, superando inconvenientes de mantenimiento, materiales menos costosos y mayor porcentaje de remoción de sólidos

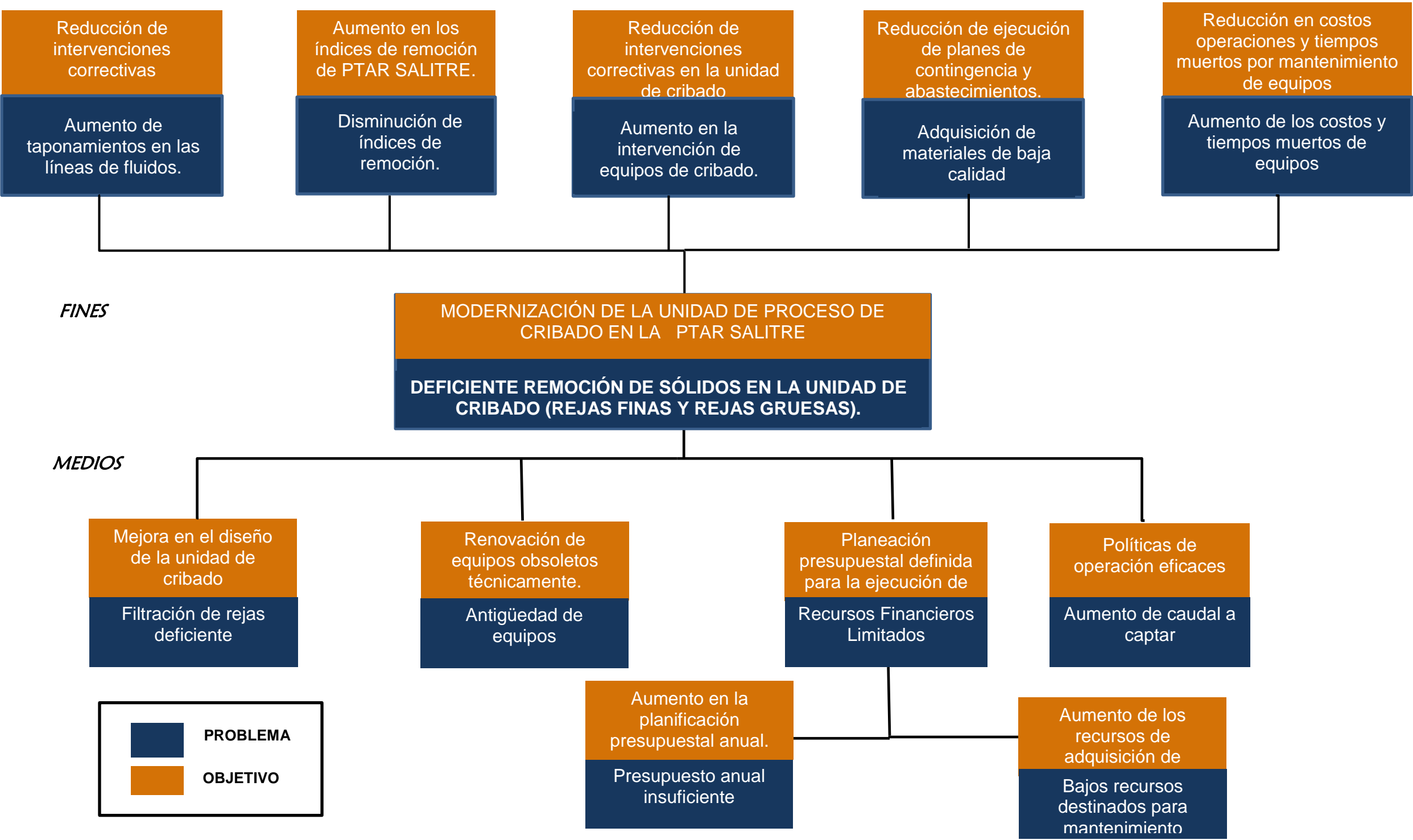
---

<sup>4</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Requerimiento de mejora para el proceso de cribado. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento Mecánico 2008.

1.2.4.1 Árbol de objetivos del proyecto.

De igual forma identificamos soluciones a nuestro problema central, al igual que todos sus problemas secundarios, todo esto con el fin de llegar a concepto claros definidos y convertidos en una oportunidad factible hacia la resolución del objetivo del proyecto; como se visualiza en [la ilustración 3: Árbol de objetivos.](#)

Ilustración 3 Árbol de objetivos.



Fuente: Elaboración propia.

### **1.3 Alternativas de solución.**

Tras identificar el problema principal, encontramos tres posibles soluciones definidas en el anexo 3: Alternativas de solución, las cuales pasaron por un proceso de evaluación, lluvia de ideas, con determinados criterios y enfocados en la necesidad principal y una valoración cuantitativa, de la cual concluimos que la manera más adecuada para solucionar este problema es la innovación y mejora de los equipos de cribado de la planta.

#### **1.3.1 Identificación de acciones y de alternativas.**

La alternativa seleccionada para solucionar la necesidad presentada fue el innovar y mejorar el proceso de cribado en toda la unidad. Debido a factores tales como las fallas actuales que presenta la maquinaria en función, no presentaría mejora si el proceso sigue siendo el mismo. De igual manera, la planta cuenta con el presupuesto para renovar todo lo relacionado al proceso, así que por efectos de óptimos resultados es conveniente un cambio total y no parcial como las demás alternativas. Ya que si bien a corto plazo la inversión es menor, los efectos se empiezan a ver con el tiempo, y esto acarrearía más gastos de mantenimiento y cambio de piezas débiles que presenta el proceso, sobretodo en momentos de alto caudal.

#### **1.3.2 Descripción general de las condiciones actuales.**

Los equipos que se encuentran instalados se denominan limpiarreja o rejas finas de cribado, es un aparato funcionando con un rastrillo equipado de tres cables de fibra denominada *Kevlar* (dos cables portadores más un cable motriz) que consta de:

- 1 bastidor que soporta la reja.
- 1 reja con barrotes.
- 1 cabezal con equipo motriz.
- 1 rastrillo de limpieza (equipo móvil).
- 1 armario eléctrico de control.

El bastidor: es una estructura soldada la cual está compuesta de:

- Guías laterales guiando el equipo móvil.
- Perfiles que soportan la reja, al igual los refuerzos de taponamiento.
- Una chapa de respaldo que prolonga la reja.
- En la parte alta, las platinas de fijación el cabezal.

El cabezal se encuentra dotado de:

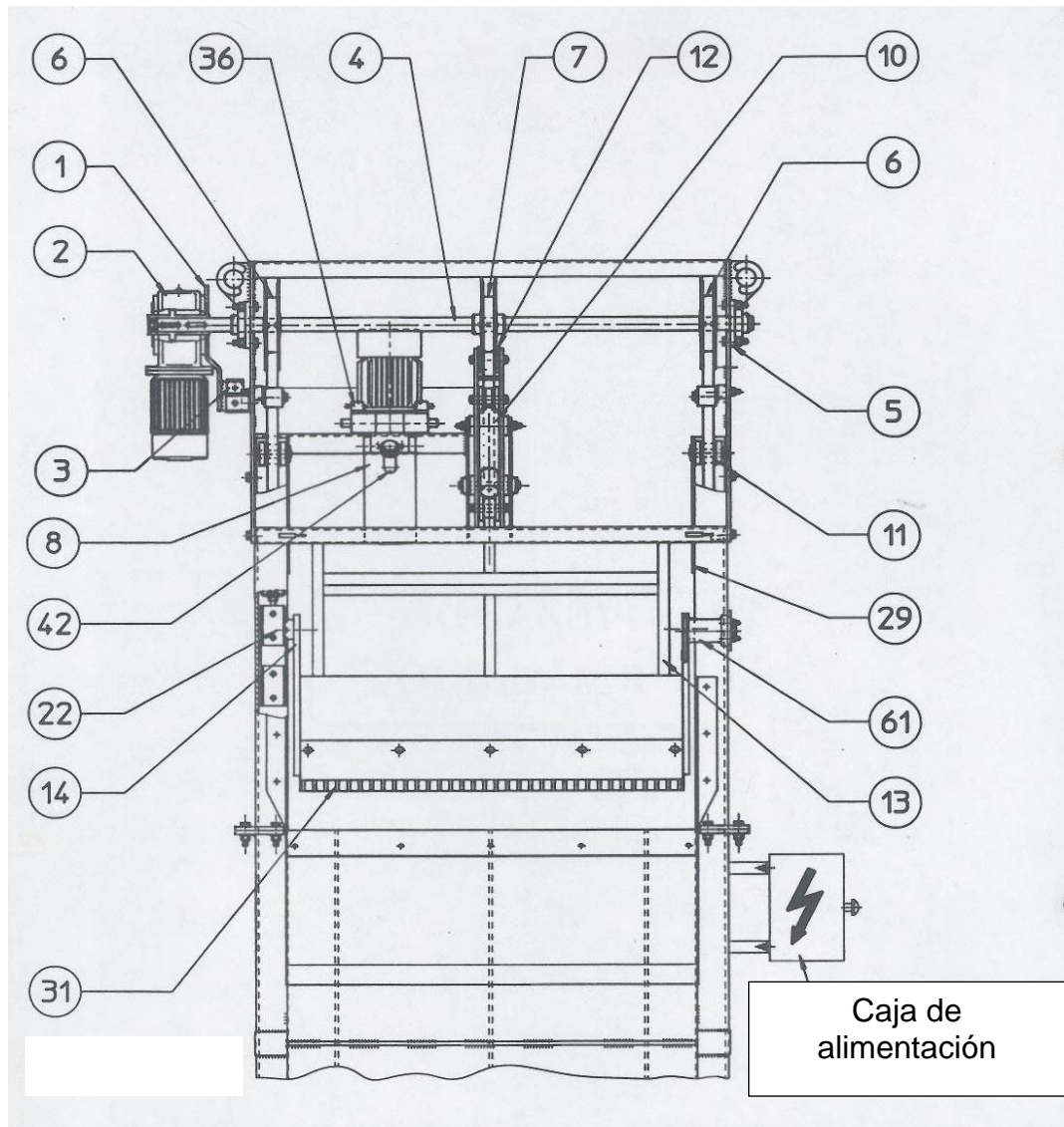
- Un eje enclavado con tres poleas de enrollamiento de las correas y un motorreductor con freno oscilante dotado de un limitador. El conjunto descrito va montado sobre cojinetes.
- Los limitadores de flojo son sensores los cuales detectan la elongación de las correas laterales generado por la posición baja del rastrillo o el bloqueo de la maniobra de descenso por un obstáculo.
- Un cilindro hidráulico que asegura el tensado automático de la correa motriz del rastrillo y permite a su vez la abertura o cierre del rastrillo.
- Un raspador mecánico que asegura la eliminación de los desechos al final del ciclo de la limpieza.
- Un grupo hidráulico que asegura el funcionamiento del cilindro del basculador. Este se compone de:
  - 1 tanque con aceite.
  - 1 motor de 0,55 kilovatios.
  - 1 una con limitador de presión, válvula de retención y filtro.
  - 1 base equipada de un electro-distribuidor.

Para mayor claridad podemos visualizar las partes que componen dicho equipo en las ilustraciones 4: Reja fina vista frontal, 5: Reja fina vista lateral 1, 6: reja fina vista lateral 2, y 7: plano en explosión acople reductor y eje principal respectivamente.<sup>5</sup>

---

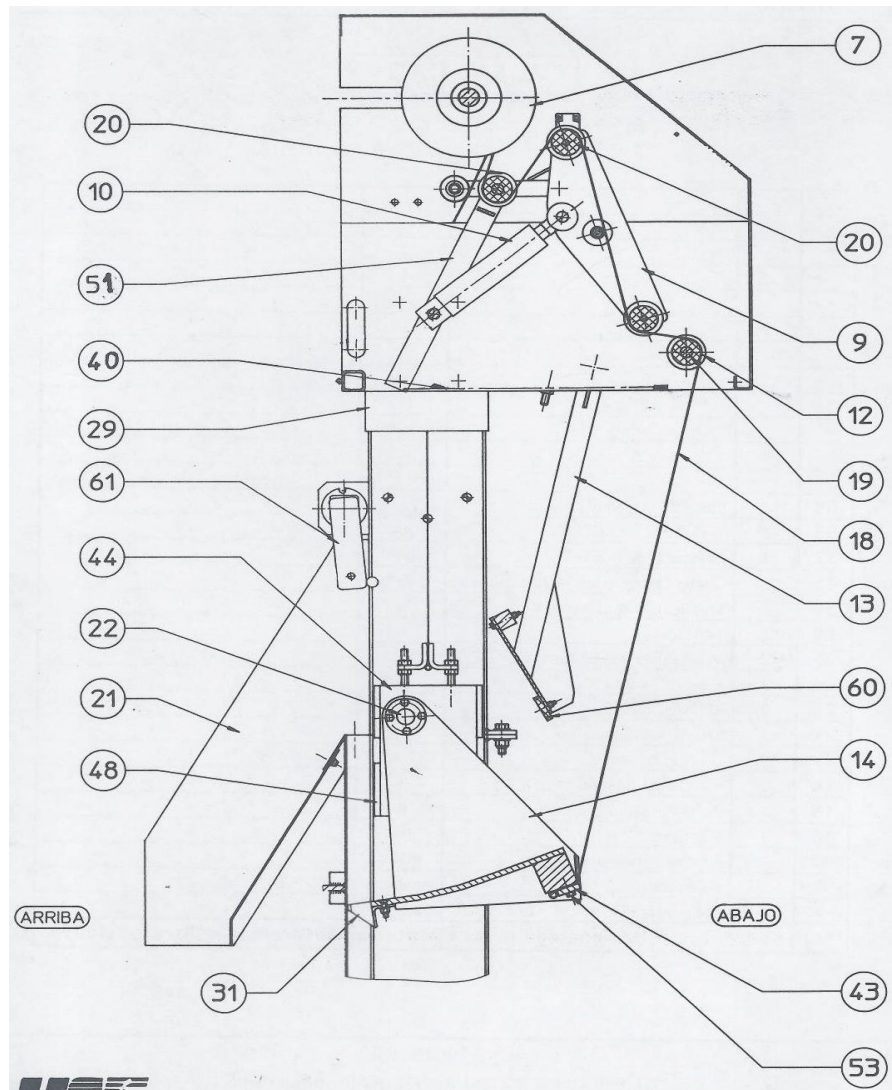
<sup>5</sup> DEGREMONT COLOMBIA, Documentación de proveedores. Tomo 2. Bogotá D.C. 1997. 220 p.

**Ilustración 4: Reja fina frontal.**



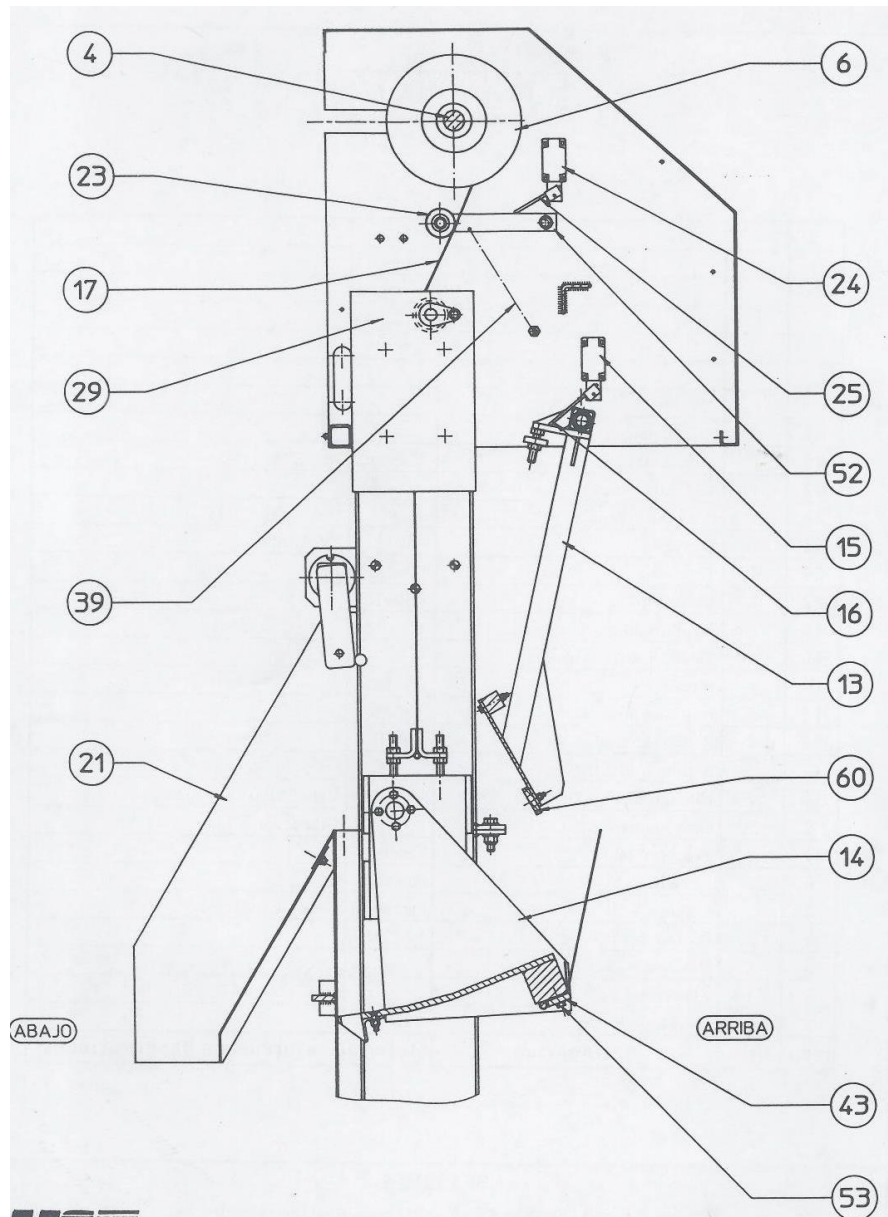
**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

**Ilustración 5: Reja fina vista lateral 1.**



Fuente: (DEGREMONT, 1997).

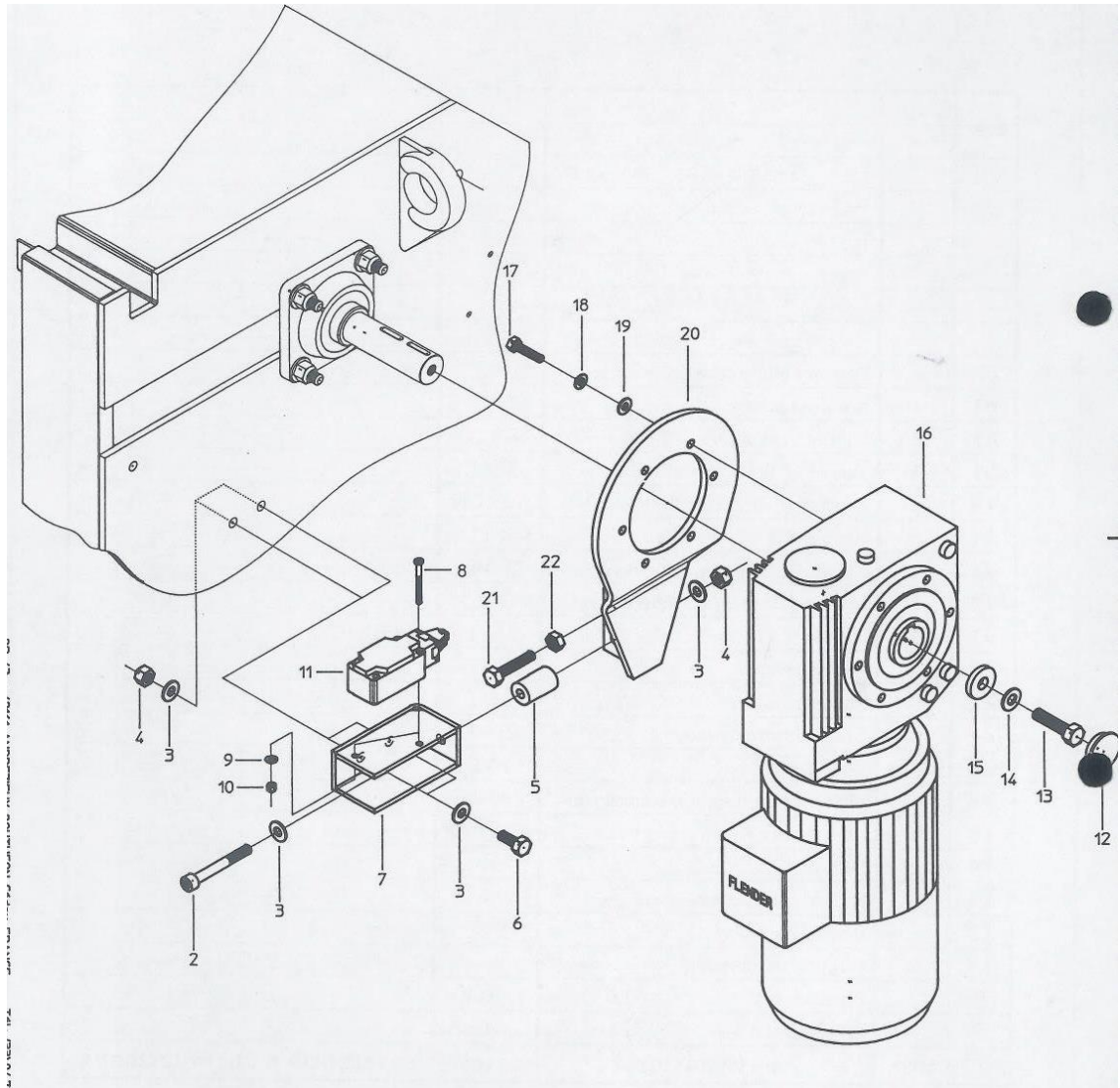
**Ilustración 6: Reja fina vista lateral 2.**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).



**Ilustración 7: Plano en explosión acople reductor y eje principal.**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).



### 1.3.3 Posibles alternativas de solución.

Dentro de las posibles alternativas propuestas se contemplaron las siguientes oportunidades a desarrollar:

#### 1.3.3.1 Realizar mantenimiento *OVERHAUL*.

El mantenimiento *OVERHAUL*, consiste en la intervención de un equipo o conjunto de equipos con el objetivo de reparar o remplazar todos aquellos elementos sometidos a desgaste, ofreciéndole al equipo más periodo de vida útil y garantizar la no intervención por un determinado tiempo de trabajo. Dicho mantenimiento se debe contemplar los siguientes requerimientos en cada una de las siguientes unidades:

##### 1.3.3.1.1 Unidad de rejas finas.

Al ejecutar dicho mantenimiento se deben contemplar y garantizar los siguientes requerimientos técnicos y labores específicas tales como:

- Garantice buen estado y funcionamiento de las eslingas.
- Verifique los resortes de tensión.
- Accione el actuador de apertura y cierre del rastrillo.
- Nivеле el rastrillo y realice pruebas de funcionamiento.
- Inspeccione la estanqueidad y buen estado de los componentes hidráulicos.
- Se realiza el desmontaje del motor reductor para su revisión y cambio de aceite, este reductor utiliza un aceite *ISO VG 220* o su equivalente *Omala 220*.
- Inspeccione las poleas, verifique el eje, que no esté torcido o presente juego u holguras excesivas que sus cuñas y chavetas estén en buen estado, cambiar si es necesario.
- Los rodillos guía de las eslingas se cambian ya que estos se desgastan por la fricción, los ejes y tornillos bulones se verifican si es necesario se cambian, estos están fabricados en acero inoxidable.
- Se verifica el estado de la tornillería, se reemplazan o cambian si es necesario.
- A la unidad hidráulica se revisa: su motor, bomba, válvula, mangueras de presión, pistón. Se cambian empaques y rodamientos.
- Se hace cambio de aceite *ISO VG* hidráulico 100 o en su equivalente *Tellus 100*, verificar el estado de sus chumaceras, se lubrican o se cambian según su estado. La lubricación de sus chumaceras se realiza con grasa EP2 o su equivalencia grasa *Alvania EP2*.

- Ver el estado de sus resortes, barrotes y demás piezas o cambiarlos ya que estos se rompen por la oxidación.
- Se realiza el montaje de los componentes del equipo desarmado, se realiza pruebas de funcionamiento.

#### 1.3.3.1.2 Unidad de rejas gruesas.

Para el caso de unidades de rejas gruesas se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Garantizar el buen estado de la cadena en toda su extensión.
- Garantizar el buen estado de la bolsa guarda cadena.
- Inspeccione el gancho de izaje.
- Verifique la estanqueidad en el reductor principal.
- Verificar estado de los pasadores.
- Inspeccione los moto-reductores, los accionamientos de los carros de desplazamiento de longitudinal y transversal.
- Realizar limpieza general del equipo, hacer pruebas de funcionamiento
- Inspeccione el buen estado y funcionamiento de las coronas y los piñones.
- Verifique estado de tornillería, pernos, pasadores y pines.
- Ensamblé y montaje en sitio.
- Verifique estado y buen funcionamiento, realice pruebas de carga.
- Prevenir y controlar el desgaste de la correa.
- Vigile la horizontalidad y cierre del rastrillo.
- Verifique el funcionamiento de los elementos de fin de carrera.
- Confirme el buen estado del grupo hidráulico de la unidad de cribado.
- Limpiar y reparar cuidadosamente las superficies metálicas, mediante raspado, cepillado e inmersión de agentes desengrasante. Con este objetivo se requiere eliminar previamente las grasas, aceites y otras impurezas presentadas.

#### 1.3.3.1.3 Cuchara anfibia.

Se contemplan actividades como:

- Bajar la unidad de la cuchara anfibia del polipasto, revisando el buen estado del sistema de izaje,
- Revisar el motor de la bomba hidráulica.
- Verificar el buen estado de los pistones.

- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Corregir daños por abrasión y ataque químico posibles fisuras.
- Realizar correcciones de mangueras y sistema hidráulico.

#### 1.3.3.2 Cambio de equipos con el mismo sistema de cribado.

La segunda alternativa consiste en el cambio de las unidades de cribado, para ello es necesario recopilar las especificaciones técnicas de los equipos interesados en cambiar:

##### 1.3.3.2.1 Limpiarreja automático “Unidad de reja fina”.

Dentro de las generalidades de consideraciones técnicas presentamos la siguiente información:

- Fluido: Agua bruto.
- Serial PID: 02 DGL 01 A/B/C/D.
- Tipo: S3S.
- Dimensiones: anchura /altura reja: 2 m /2 m.
- Distancia entre barrotes: 25 mm.
- Potencia motor cabrestante kW: 1,1.
- Potencia motor grupo hidráulico kW: 0,55.
- Inclinación de la reja: vertical.
- Marca: USF PERRIER.
- Ancho de limpiado: 2,00 m.
- Carrera: 3,70 m.
- Altura reja: 2,00 m.
- Capacidad de levantamiento del rastrillo: 400 daN.
- Barrotes de reja: 30 mm x 6 mm.
- Paso de reja: 31 mm.
- Abertura de rastrillo: 400 mm.

- Tensión de alimentación: 460 v trifásico.
- Tensión de mando y señal: 120 VCA.
- Frecuencia: 60 Hz.

#### 1.3.3.2.2 Unidad de cribado grueso “rejas gruesas”.

El agua inicialmente es desviada hacia el inicio del proceso mediante la estructura de compuertas la cuales se encuentran instaladas interceptando el río y dirigiéndolo a una cámara tranquilizadora la cual consta de un foso de remoción de sólidos gruesos pesados para luego pasar a un cribado denominado unidades de cribado grueso o mejor conocidas como rejas gruesas, cuyos barrotes de las rejas poseen un espacio libre de 10 cm, de 4 m de ancho y 5 metros de largo en acero inoxidable 316.

#### 1.3.3.3 Innovación y mejora de cribado en toda la unidad.

La tercera alternativa consiste primeramente en la recopilación de la información de las condiciones actuales de operación de la planta PTAR EL SALITRE, posteriormente y fundamentados en la información obtenida se busca optimizar la eficiencia de remoción de sólidos en el proceso de pretratamiento y por consiguiente de la planta en general, obteniendo aumento de los indicadores de remoción de sólidos, de igual forma reducir los tiempos muertos en equipos, averías, reducción de mantenimiento, mitigación de contingencias, intervenciones de inspección y otros conceptos.

En la actualidad la optimización y actualización del sistema de cribado se requiere debido a deficiencias en la retención de materiales gruesos que ingresan a la planta, además la deficiente operación de limpieza de las unidades de cribado se convierten en un riesgo por diversos motivos como lo son; el riesgo de accidente de personal de la compañía, taponamiento en otras zonas y a su vez elevación de costos de mantenimiento.

Teniendo en cuenta las posibles alternativas a ejecutar se realizan un análisis y valoración teniendo en cuenta criterios técnicos y financieros que conlleven a solucionar todos los parámetros de inconformidad expuestos para mayor claridad podemos visualizar la Ilustración 8: Alternativas de solución.

1.3.3.4 Alternativas de solución para el proyecto.

A continuación definimos las posibles alternativas de solución a la problemática expresada:

Ilustración 8 Alternativas de solución.

ALTERNATIVAS		INGENIERIA		COSTO RELATIVO		IMPACTO TECNICO/AMBIENTAL		FIN AL
MANTENIMIENTO OVERHAUL	Aunque los equipos demanden asistencias de mantenimiento mientras estos no sean cambiados persistirá la inconformidad en la remoción de sólidos. Los equipos llevan operando alrededor de veinte años, la vida útil de los equipos está agotada y demanda cambiarlos, también los equipos requieren ser optimizados pues la planta ha presentado problemas en otras unidades encadenadas debido al paso de sólidos y al aumento de caudales.	3	El costo es bajo en comparación a las otras alternativas	2	El impacto sería muy bajo y significaría una alternativa paliativa, pues ya no se estaría solución a los problemas de cribado y filtración que presenta la planta.	2	7	
CAMBIO DE EQUIPO CON EL MISMO SISTEMA DE CRIBADO	El historial de los equipos ha demostrado que presentan debilidades en algunos de sus repuestos, tanto en el proceso de adquisición y la duración del mismo. De igual forma el sistema demanda mejoras pues los índices de remociones actuales son deficientes para el cumplimiento de metas planteadas.	3	El costo es alto pues si se piensa en adquirir el mismo equipo, es de exclusividad de la compañía fabricante de la planta y muy posiblemente debido al tiempo transcurrido ya el diseño original se encuentre modificado u obsoleto.	3	Tampoco se estaría minimizando las intervenciones a los equipos que es otro factor que afecta esta zona y estos equipos.	3	9	
INNOVACIÓN Y MEJORA DE CRIBADO EN TODA LA UNIDAD	Estudios técnicos realizados y propuestas de algunos proveedores interesados muestran otros sistemas de cribado dirigidos a aguas residuales con sistemas distintos al actualmente operando con mejores resultados en diversos puntos geográficos del mundo. Ahora bien se pretende no solo optimizar el sistema sino mejorar la eficiencia de filtrado de solidos lo cual representa para la planta de tratamiento un aumento considerable de remoción de sólidos, grasas suspendidas y arenas,	4	El costo de la adquisición del equipo es alto, pero el análisis de la relación costo beneficio con todos los eventos positivos que traería para la planta, puede considerarse como un evento bastante representativo y de alto impacto positivo para la planta.	4	El impacto frente a la optimización de la planta y los índices de control mejorarían, pues ya que dichos equipos son puntos críticos dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales. Socialmente se estaría contribuyendo a la mejora de un problema social que es la contaminación de aguas.	4	12	

Fuente: Elaboración propia.

## **1.4 Objetivos del Proyecto**

Nuestro proyecto se encamina a satisfacer la necesidad detectada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre.

### **1.4.1 Objetivo general.**

El objetivo general del proyecto es:

Optimizar y actualizar tecnológicamente el proceso de cribado en la zona de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual el Salitre

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Analizar y reconocer posibles fallas en el sistema de cribado.
- Utilizar herramientas técnicas para la detección de fallas y posibles soluciones a la problemática expuesta.
- Ofrecer una solución que permita aumentar la remoción de sólidos en la planta de tratamiento PTAR SALITRE.
- Minimizar las intervenciones correctivas en los equipos de las unidades.

## **1.5 Marco metodológico.**

Para realizar este proceso es necesario determinar:

### **1.5.1 Fuentes de información.**

Dentro de las fuentes empleadas para el desarrollo del proyecto encontramos:

- Fuentes documentales y personales de la división de mantenimiento y la división de métodos y procedimientos técnicos.
- Información técnica de cada uno de los equipos que componen la unidad de cribado.
- Historial de fallas y eventos presentados.
- Historial de indicadores operativos de la Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR Salitre.
- Personal técnico y operativo de la Planta de Tratamiento de Agua Residual el Salitre.
- Fuentes electrónicas e informáticas.

- *SAP Versión 6.0* módulo *PM* (planeación de mantenimiento) y módulo *MM* Gestión de materiales.
- *Microsoft Project*.

### **1.5.2 Tipos y métodos de investigación.**

El tipo de investigación utilizada en el desarrollo de este proyecto, es el método deductivo; este tipo de método permite definir o caracterizar, situaciones y/o eventos indicando sus características y relaciones constantes las cuales dan lugar al fenómeno. Dicho método se presta para la recolección de información y a su vez el análisis y comprensión de posibles soluciones de manera organizada.

Las etapas de este tipo de investigación, son las siguientes:

- Examinar el problema.
- Deducir constantes que dan lugar al fenómeno.
- Definir hipótesis.
- Definir supuestos adoptados
- Recolectar información.
- Compilar y concluir.
- Interpretar datos obtenidos.

### **1.5.3 Herramientas.**

Dentro de las herramientas empleadas para el desarrollo del proyecto hemos empleado el juicio de expertos, el *focus group*, lluvias de ideas, entre otros. Como punto de partida de nuestro proyecto, definimos los determinantes y requerimientos en los formatos:

Anexo 3: *Project Charter*

Anexo 4: *Product Scope*

### **1.5.4 Supuestos y Restricciones.**

Con el fin de no sobrepasar el alcance del proyecto, definimos las limitantes del mismo en el plan de gestión de alcance. Ver plan de gestión de alcance.

### 1.5.5 Entregables del trabajo de grado

La triple restricción es fundamental a la hora de programar un proyecto; de la adecuada definición de estos tres factores (alcance, tiempo y costo) depende una buena ejecución del proyecto y casi que augura su éxito.

Inicialmente para observar el proyecto de manera sistémica, se ha organizado los grupos de trabajo y actividades a realizar en la EDT. [Ver EDT](#).

Posteriormente se definen tiempos y cronograma del proyecto, permitiendo determinar factores importantes como la ruta crítica. [Ver Cronograma](#).

Finalmente, para mantenerse dentro del presupuesto indicado y con el fin de evitar riesgos posteriores es este aspecto realizamos la distribución de los costos del proyecto. Ver plan de gestión de costos.

Con el fin de generar una visión de todo el entorno y proceso del producto que actualmente se está manejando a continuación definimos cada etapa del proceso:

#### 1.5.5.1 Descripción del producto.

La PTAR El Salitre atiende la cuenca del mismo nombre la cual se encuentra localizada al norte de la ciudad, en donde se extiende aproximadamente desde la Avenida El Dorado hasta la Calle 170 y desde los cerros orientales hasta el río Bogotá, abarcando un área de 11,600 hectáreas aproximadamente sin incluir los cerros orientales.

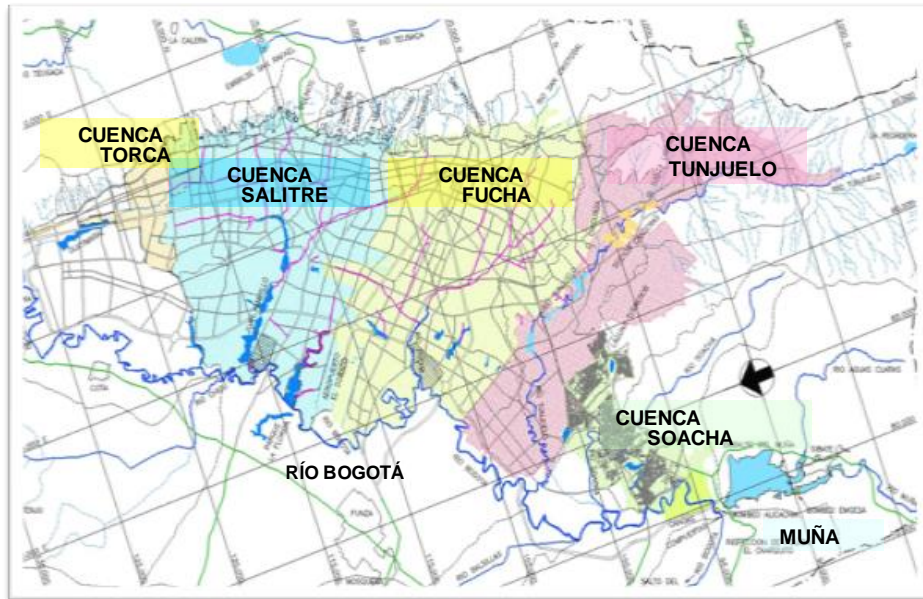
La cuenca tiene como ejes de drenaje los cauces existentes y antiguos canalizados de la ciudad que discurren de oriente a occidente y se concentran finalmente en el río Salitre. En efecto, estos canales drenan los aportes pluviales de la cuenca y paralelos a éstos se desarrollan interceptores que captan los caudales de aguas residuales en el sector de alcantarillado separado, o aguas mínimas cuando se trata del sector con alcantarillado combinado.

El sistema de alcantarillado está constituido por dos zonas: la primera, ubicada al oriente y que es la más antigua, en donde el sistema de alcantarillado existente es de tipo combinado; esta zona tiene lugar aproximadamente entre la Avenida El Dorado y la Calle 100 y desde la Avenida 68 hasta los cerros orientales. La segunda zona corresponde al sistema de alcantarillado separado, que se desarrolla desde la Avenida 68 hacia el occidente hasta inmediaciones del río Bogotá, colindando al sur con la cuenca Fucha, mientras que hacia el norte llega hasta el límite de las cuencas de los humedales Conejera y Torca. El área de



drenaje que atiende la PTAR El Salitre es de 13.815 ha aproximadamente, la cual se aprecia en [la ilustración 9: Área de servicio PTAR](#), en color azul.<sup>6</sup>

**Ilustración 9: Área de servicio PTAR Salitre**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

A continuación se describen las zonas del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre:

#### 1.5.5.1.1 Generalidades.

La PTAR El Salitre trata un caudal medio de 4,0 m<sup>3</sup>/s mediante un sistema primario químicamente asistido el cual cuenta en sus instalaciones con dos etapas de cribado, un desarenado - desengrasado y clarificación para las aguas residuales que permite alcanzar las metas de remoción exigidas en la licencia ambiental y que corresponden a 40% en DBO5 (carga orgánica) y 60% en SST (sólidos suspendidos). Sobre los lodos generados con el tratamiento, se efectúan operaciones de espesamiento, digestión y deshidratación. “Se define DBO a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias, hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas

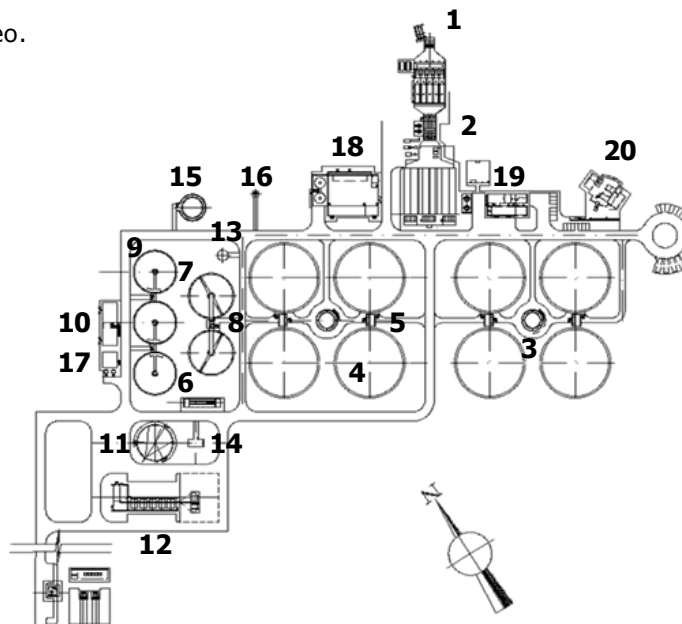
<sup>6</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Requerimiento de mejora para el proceso de cribado. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento Mecánico 2008.

contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l. A mayor cantidad de materia orgánica más oxígeno necesitan los microorganismos para oxidarla.”<sup>7</sup>

La PTAR El Salitre consta de unidades de tratamiento y otras instalaciones complementarias, las cuales se indican a continuación con su respectiva numeración entre paréntesis correspondiente en la figura de localización Ilustración 10: Localización estructuras de proceso.

**Ilustración 10 Localización estructuras de proceso.**

1. Toma de agua y puesto de bombeo.
2. Pretratamiento.
3. Cámaras de Reparto.
4. Decantadores Primarios.
5. Edificios de Bombeo de Lodos Primarios.
6. Canales de Medición de Agua Tratada.
7. Espesadores de Lodos primarios.
8. Edificio de Bombeo.
9. Digestores de Lodos.
10. Local de calentamiento.
11. Almacenamiento de los lodos digeridos.
12. Deshidratación de lodos.
13. Puesto de elevación de todas las aguas.
14. Puesto de elevación de agua industrial.
15. Gasómetro.
16. Tea.
17. Subestación eléctrica.
18. Grupos electrógenos.
19. Taller.
20. Edificio Administrativo.



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

#### 1.5.5.1.2 Toma de agua y puesto de bombeo.

El agua que llega a la PTAR es conducida por el canal “SALITRE”; un canal de concreto de aproximadamente 8 kilómetros de longitud.

La desviación del agua hacia la toma se logra mediante una compuerta que atraviesa transversalmente el canal y que puede ser accionada para controlar el

<sup>7</sup> Marisa Andreo. Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O) [en línea]. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm>

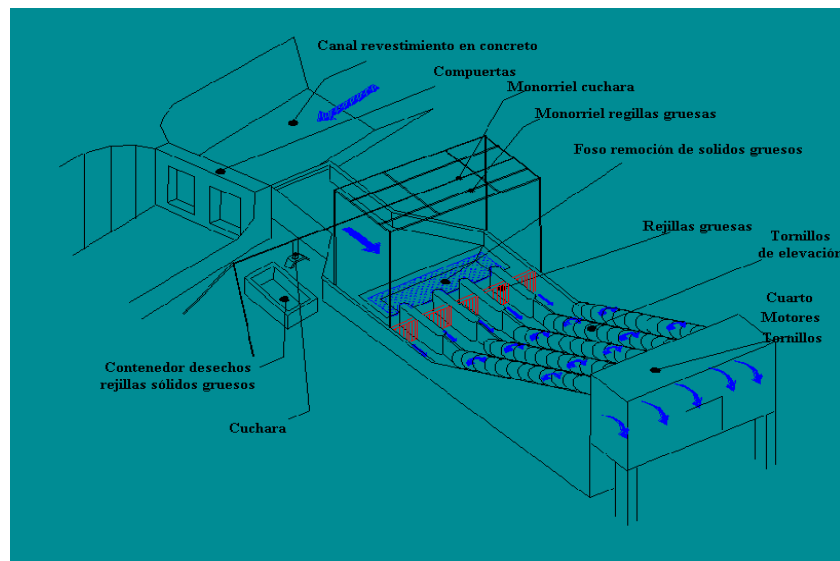
caudal hacia el río Bogotá. El agua ingresa inicialmente a una cámara tranquilizadora provista de un foso de remoción de sólidos gruesos, para pasar luego por un cribado grueso (desbaste grueso) por medio de rejillas que poseen un espaciamiento de 10 cm.

Luego del cribado grueso viene el bombeo de agua cruda; el agua se eleva 9,5 m utilizando cinco tornillos de Arquímedes de 3,1 m de diámetro. Esto con el fin de que todo el flujo del agua dentro de la Planta de Tratamiento sea por gravedad.

La estación dispone de cuatro tornillos para asegurar el bombeo del caudal de agua cruda, más un tornillo de emergencia como se visualiza en la [ilustración 11: Toma de agua y puesto de bombeo](#). Cada tornillo tiene una capacidad nominal de bombear  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua. La rotación lenta de los tornillos permite una elevación del agua que ingresa a la planta, ahorrando así energía de bombeo en etapas posteriores. Estos están protegidos por contactos de falta de caudal de lubricación.

El funcionamiento de los tornillos está ligado a los diferentes niveles, flujómetros, obras en servicio, etc. Con el fin de conocer el caudal de agua cruda a tratar, se han dispuesto a continuación del bombeo, canales de medición tipo Venturi para lo cual se dispone de dos tipos de registro: ultrasonido y radio frecuencia.

**Ilustración 11 Toma de agua y puesto de bombeo.**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

#### 1.5.5.1.3 Pretratamiento.

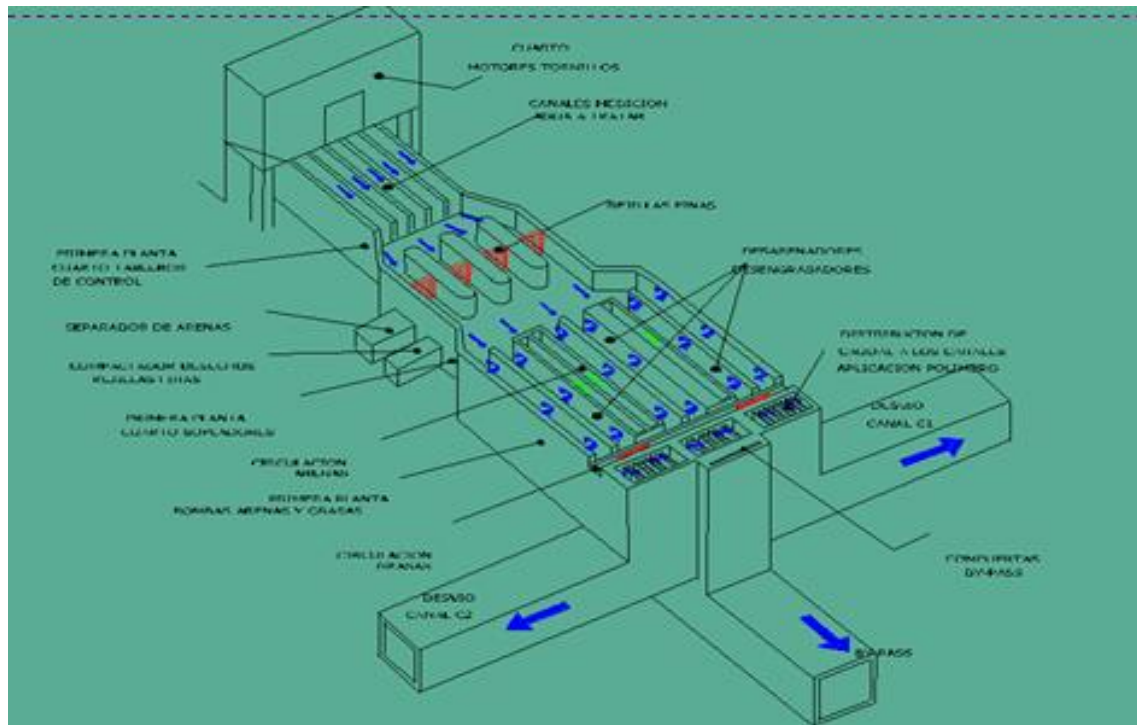
El objetivo del pre tratamiento, es eliminar del agua sólidos de tamaño medio que son aportados al agua antes de su proceso de vertido o en su proceso de conducción. Como ejemplo de los residuos removidos en el pretratamiento, se

encuentran los siguientes: latas de gaseosa y cerveza, empaques de golosinas, toallas higiénicas, preservativos, cabello, semillas, arena, grasas, piedras entre otros residuos.

Este pretratamiento está conformado por las siguientes etapas (Ilustración 12: Pretratamiento):

Desbaste fino: Constituido por cuatro sistemas de rejillas auto-limpiantes con espacio libre entre barrotes de 2,5 cm.

**Ilustración 12 Pre tratamiento**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

**Desarenado y desengrase:** Permite remover arena y otros materiales inertes (vidrio y semillas) y grasas; esto se logra entre tres canales aireados dobles, cada uno de 8 m de ancho y 30 m de largo. De aquí el agua es conducida mediante un conducto rectangular (*box-couvert*) hacia las cámaras de reparto de agua.

**Dosificación de productos químicos:** Durante la etapa de pre tratamiento, se lleva a cabo la aplicación de productos químicos para la coagulación – floculación.

El proceso de coagulación se realiza mediante la adición de una sal de Cloruro Férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), cuyo fin es la desestabilización eléctrica de los sólidos, alterando

así el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

Posterior al proceso de coagulación, se lleva a cabo el proceso de floculación cuya función es la conformación del *floc* mediante la agrupación a través de redes poliméricas de los sólidos suspendidos totales como efecto de la acción del coagulante. “*Floc* es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.”<sup>8</sup>

El polímero utilizado para este proceso es el polímero *Superfloc* 8566 HMW aniónico, su presentación original es sólida y se prepara mediante disolución en agua potable en un tanque de fibra de vidrio en el cual se realizan etapas: Preparación - maduración – dosificación.

La aplicación del polímero se realiza a la salida del agua de pre tratamiento en un punto de alta mezcla (vertederos); y el control de la dosis se realiza de manera tele-regulada, partiendo de una concentración de la solución madre ajustable mediante el *set point* de un tornillo dosificador en el *box-culvert* hacia las cámaras de reparto de agua.

#### 1.5.5.1.4 Decantación primaria.

El objetivo de esta etapa del proceso, es remover los sólidos suspendidos presentes en el agua cruda, logrando de manera simultánea alguna remoción de materia orgánica. Este fenómeno se debe a la floculación de los sólidos, lograda gracias a la inyección de productos químicos.

Esta etapa está conformada por dos baterías de decantadores primarios, cada una constituida por una cámara de reparto y cuatro decantadores la cual se visualiza en la ilustración 13: Decantación primaria. A continuación se realiza una descripción de los componentes de la etapa de decantación.

Cámara de reparto: Con 10 m de diámetro interior y 5,4 m de altura, estas cámaras están provistas de vertederos calibrados para distribuir uniformemente los caudales de alimentación a los sedimentadores o decantadores primarios que la rodean (cada cámara reparte a 4 sedimentadores).

Sedimentadores o decantadores primarios: El proceso de Sedimentación está compuesto por dos baterías de sedimentación de cuatro sedimentadores cada uno. En total son ocho tanques con diámetro de 43 m y 3,5 m de altura. Los decantadores dan el tiempo necesario para permitir la sedimentación de las

---

<sup>8</sup> AQUAMARKET. Diccionario del agua [en línea]. <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1967&termino=Floc> [citado 3 de abril de 2015].

partículas floculadas (sólidos sedimentables) en el pre tratamiento. El agua proveniente de la cámara de reparto ingresa a cada decantador por un conducto central vertical como se observa en la ilustración 9. Una pantalla difusora instalada alrededor de este conducto, obliga al agua a descender para luego ascender hacia las canaletas recolectoras perimetrales. En este descenso y posterior ascenso, se produce la sedimentación de los sólidos sedimentables que irán al fondo del tanque para formar el lodo primario.

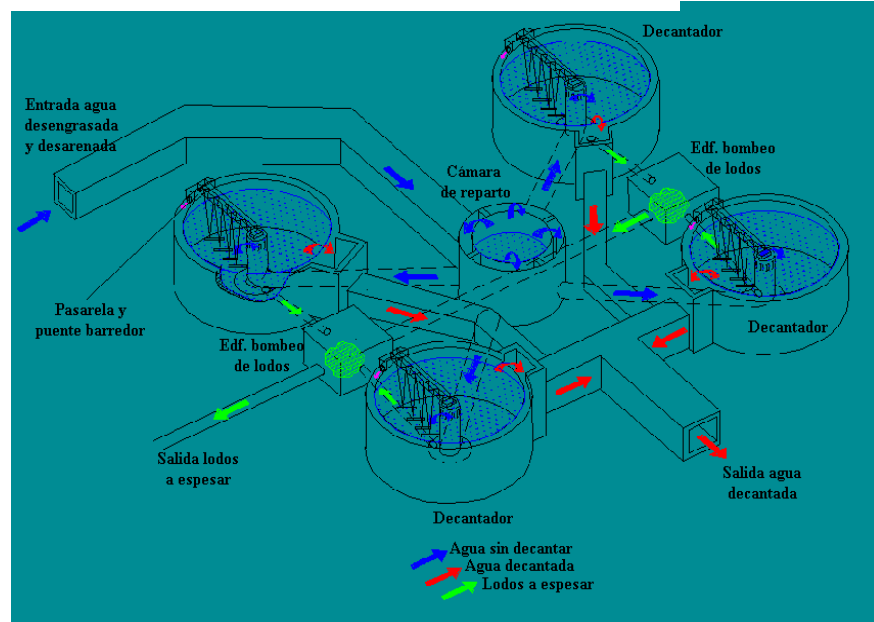
El agua tratada sale por la parte de superior por un canal perimetral del decantador para ser llevado hacia los canales de medición de agua tratada. La remoción del material sedimentable es del orden de 80% a 90%, del material en suspensión es del orden de 55% a 65%. Esto corresponde aproximadamente a una reducción del 40% de la DBO.

Los sedimentadores están dotados de puentes barre lodos para raspar el lodo que cae al fondo y concentrarlo en una tolva o cono central. El lodo generado es llevado por una tubería hacia una cámara de bombeo de lodos decantados. La extracción del lodo desde los decantadores se hace automáticamente gracias a válvulas neumáticas.

El puente barre lodos de cada sedimentador está igualmente equipado con un raspador de superficie para la recuperación de grasas y flotantes. Las grasas recolectadas son almacenadas en un tanque en la estación de bombeo y de allí son enviadas al raspador de grasas del edificio de pre tratamiento.

El agua tratada proveniente de los decantadores es enviada por conductos en concreto hasta el edificio de medición de agua tratada.

### Ilustración 13 Decantación primaria.



Fuente: (DEGREMONT, 1997).

Se cuenta con cuatro canales de medición tipo vertedero donde se realiza la medición utilizando aparatos de medición automáticos que funcionan con sensores de nivel. De ahí el agua se vierte al canal Salitre 50 m antes de su desembocadura en el río Bogotá. Así termina la parte líquida del proceso.

#### 1.5.5.1.5 Estaciones de bombeo de lodos decantados.

Se ha dispuesto una cámara de bombeo cada dos decantadores primarios con bombas sumergibles que envían el lodo hacia la etapa de espesamiento estático. Cada cámara de bombeo está provista de tubos telescópicos y válvulas de manguito para extraer los lodos y luego ser bombeados a los espesadores, donde se inicia su tratamiento.

El caudal de extracción será graduado de tal forma que nunca exceda la concentración máxima del lodo de 15 g/l siendo óptimo 7 g/l, o incluso menos. Dado que los lodos son enviados a un espesador, el funcionamiento en continuo es obligatorio para no almacenar lodos en los decantadores primarios. Además, la continuidad tiene igualmente el objetivo de llevar lodo primario “fresco” hacia el espesador para evitar un tiempo de retención alto que facilite la degradación de materia orgánica (potenciales olores) en las estructuras.

#### 1.5.5.1.6 Espesadores de lodo primario.

Los Espesadores reciben los lodos que provienen de los decantadores primarios por medio de bombas ubicadas en las cámaras de bombeo de lodos primarios. Son dos espesadores circulares de 29 m de diámetro y 4 m de altura; en ellos

empieza el proceso de tratamiento de lodos de la planta, su función es sacarle agua al lodo para aumentar su concentración y garantizar las condiciones óptimas de digestión como “frescura” del lodo.

Se debe considerar el espesador como una obra independiente que funciona de manera similar a un sedimentador, es decir, el espesador ayuda a la separación entre la fase sólida y la líquida.

El espesador proporciona al lodo un tiempo de retención suficiente para promover la sedimentación de los sólidos y la compresión de las partículas. Con esto se busca aumentar la concentración de sólidos del lodo y de esta manera disminuir los caudales de lodo a digerir.

El espesador realiza dos procesos principales:

Clarificación: esta fase, perfectamente comparable a la función de un decantador o de un clarificador, permite sedimentar los sólidos suspendidos. Sigue perfectamente el proceso de sedimentación clásico determinado por:

- La concentración de los lodos a la entrada del espesador.
- La velocidad de ascenso instantánea aplicada.
- La posición de la capa de lodo.
- La calidad de las materias en suspensión a la entrada.

Espesamiento: esta fase corresponde a una sedimentación y a una compresión de las partículas, es decir, que cada partícula continúa sedimentando pero su movimiento es obstaculizado por partículas circundantes. Por consiguiente las velocidades de decantación son muy bajas (sólo unos cm/h), lo que obliga a un tiempo de permanencia relativamente grande; siendo para el caso de la PTAR El Salitre el tiempo de permanencia de aproximadamente entre 16 y 24 horas.

La calidad del espesamiento depende principalmente de la diferencia de densidad.

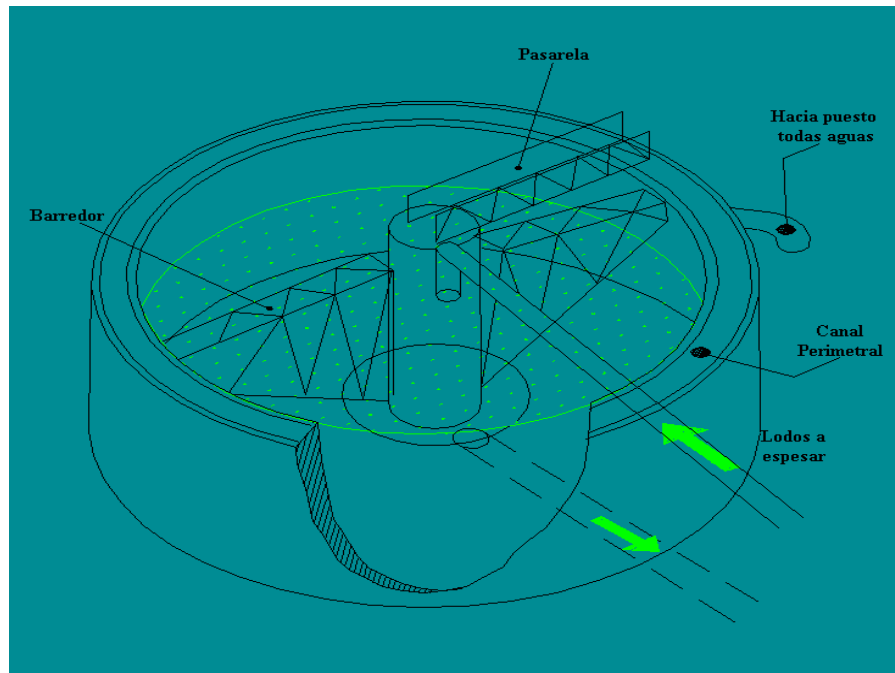
El lodo que se sedimenta en el fondo de estas estructuras es retirado y enviado al edificio de bombeo de lodos espesados de manera similar a como ocurre en los sedimentadores.

Los espesadores cuentan (igual que los sedimentadores) con un sistema barre lodos que dirigen los lodos espesados hacia la salida central al fondo del equipo como se visualiza en la ilustración 14: Espesadores de lodos.

El agua retirada a los lodos es almacenada en el tanque de todas las aguas y posteriormente retornada al edificio de pre tratamiento.



**Ilustración 14 Espesador de lodos**

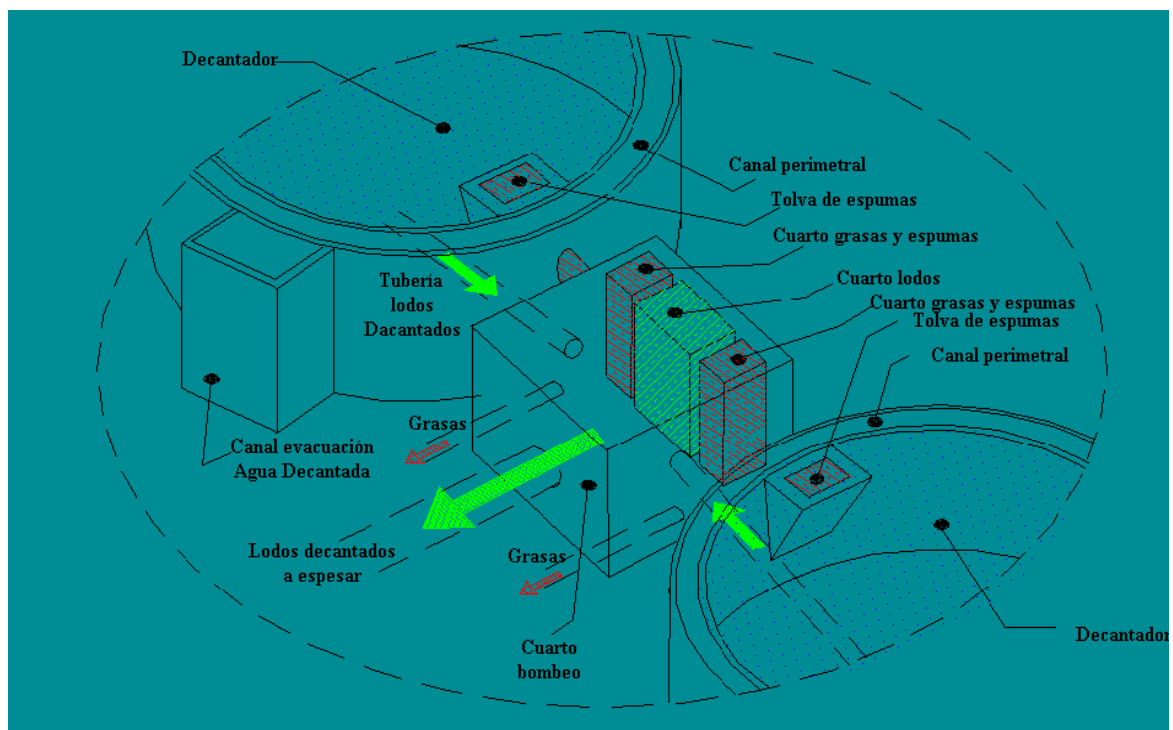


**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

#### 1.5.5.1.7 Estación de bombeo lodos espesados.

Los lodos obtenidos en los espesadores (lodos espesados) tienen una concentración de sólidos entre 65 – 100 g/l, siendo óptimo 75 g/l. Estos son extraídos y enviados hacia un pozo de recolección en el edificio de bombeo de lodos espesados desde donde son bombeados a los digestores como se muestra en la ilustración 15: Estación bombeo de lodos espesados.

**Ilustración 15 Estación bombeo lodos espesados.**



Fuente: (DEGREMONT, 1997).

#### 1.5.5.1.8 Digestores de lodos.

Los lodos espesados son digeridos en estas estructuras para reducir la materia orgánica presente en ellos (estabilizarlos) y hacerlos de ésta manera menos nocivos al medio ambiente, además de disminuir su volumen.

Son estructuras cubiertas (completamente cerradas para controlar totalmente la salida de biogás). Tienen 16 m de alto, 27 m de diámetro y 8.500 m<sup>3</sup> de capacidad, como se muestra en la [ilustración 16: Digestores de lodos](#).

La digestión que ocurre en estas estructuras es de tipo anaerobio (degradación de materia orgánica en ausencia de oxígeno) y es realizada por bacterias que se alimentan de la materia orgánica presente en los lodos espesados.

Como resultado de esta degradación se logra:

- Degradar un porcentaje importante de la materia orgánica presente en el lodo espesado.
- Reducir el volumen del lodo espesado y producir biogás con un porcentaje importante de metano (CH<sub>4</sub>), gas altamente combustible.

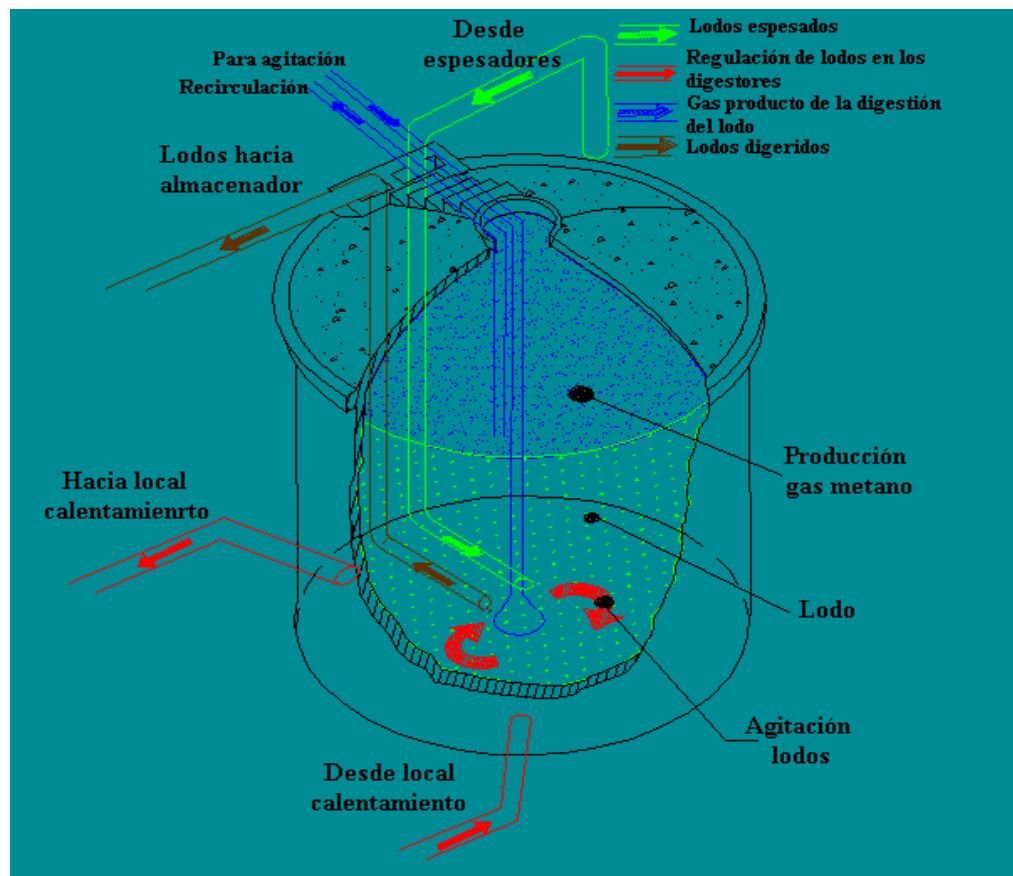
Debido a que las bacterias requieren una temperatura mesofílica (35° C) para digerir eficientemente los lodos, parte de la producción de biogás se utiliza para calentar los lodos. La otra parte del biogás producido es recirculado e inyectado en el centro de cada digestor, asegurando de esta manera la mezcla homogénea entre el lodo digerido y el lodo crudo.

El proceso de digestión anaerobia tiene dos etapas principales:

- Una etapa de acidificación donde ocurre la formación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV). Esta formación ocurre rápidamente.
- Una etapa de Metalogénesis donde ocurre la producción de metano. Esta formación ocurre más lento que la etapa de acidificación.

Los lodos requieren aproximadamente entre 20 y 27 días en el digestor para alcanzar la remoción de materia orgánica deseada.

**Ilustración 16 Digestores de lodos.**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

#### 1.5.5.1.9 Edificio de calentamiento de lodos.

En este edificio se calientan los lodos a una temperatura de 35°C para enviarlos a los digestores. Con esta actividad se buscan principalmente dos beneficios:

- Regresar los lodos al digestor para mejorar la eficiencia de la degradación.
- Proporcionar al digestor la temperatura requerida para que las bacterias degraden los lodos (mesofilia 35 C).

El sistema funciona como un baño María: en las calderas se eleva la temperatura del agua gracias a un quemador que funciona con biogás o acpm. Los lodos son calentados en intercambiadores tubulares de contracorriente de agua y lodos donde el agua de calefacción permite mantener la temperatura del lodo en los digestores alrededor de los 37°C. (Caldera pirotubular).

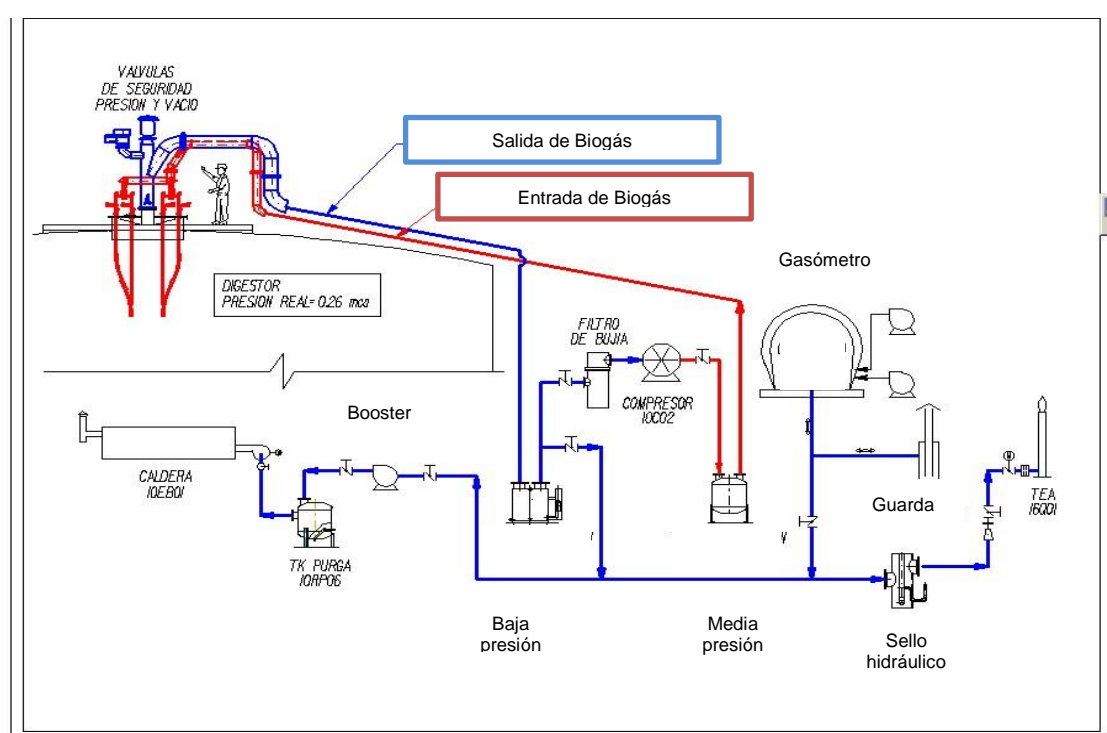
Luego de ser calentados, los lodos son bombeados nuevamente a los digestores utilizando la bomba de recirculación de lodos digeridos. A la entrada a los digestores, los lodos calentados se mezclan con los lodos espesados provenientes de espesamiento.

#### 1.5.5.1.10 Sistema de manejo de biogás.

El biogás producido en la digestión de lodos espesados es utilizado para proporcionar la mezcla al interior de los digestores, y calentar los lodos recirculados que mantienen la temperatura del digestor en 35°C.

El sistema de biogás comunica varios procesos de la digestión: digestores, compresores de biogás, calderas, gasómetro y quemador de excesos. A continuación la ilustración 17: sistema de biogás, presenta la dinámica del biogás al interior de la planta.

**Ilustración 17: Sistema de biogás**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

El biogás producido en los digestores pasa por un tanque de purga donde se retira el vapor de agua presente en el biogás. De allí el biogás se reparte entre dos caminos:

Parte va a los compresores de biogás (generan la mezcla en los digestores) y parte va por la vía de las calderas (para calentamiento de lodos de recirculación), el gasómetro (almacenamiento de biogás) y el quemador de excesos.

El gasómetro posee un techo inflable que se llena y desocupa de biogás controlando de esta manera el flujo en todo el sistema (actúa como un pulmón de la red de biogás).

En el Tanque de purga el vapor de agua presente en el biogás producido en los digestores, es retirado en seis tanques de purga ubicados en el sótano del edificio de calentamiento de lodos. Además estos tanques de purga actúan como guardias hidráulicas del flujo de biogás. Desde allí el biogás se reparte entre la vía de los compresores de biogás y la vía de las calderas como se explica en la ilustración 17: sistema de biogás.

En la zona de calentamiento se cuenta con cuatro compresores de biogás ubicados en el segundo piso del edificio de calentamiento de lodos. Estos inyectan el biogás en la parte central de los digestores para asegurar la mezcla homogénea al interior de éste y permitir la degradación eficiente del lodo. La mezcla homogénea favorece el mantenimiento de una temperatura uniforme en todo el digestor y evita la formación de la “nata”.

En el gasómetro se almacena el gas según el esquema de manejo de biogás que se presenta en la ilustración 17, el gasómetro se infla y desocupa dependiendo de la producción de biogás. La capacidad del gasómetro es de 1 030 m<sup>3</sup>.

Posteriormente se utiliza la tea para quemar el exceso de gas inutilizado en el proceso de calentamiento de lodos y mezcla de digestores. Seguidamente se inicia el proceso del lodo digerido en el almacenador de lodos digeridos.

#### 1.5.5.1.11 Almacenador de lodos digeridos

Es un tanque circular abierto de 2 700 m<sup>3</sup> de capacidad equipada con agitadores sumergibles que proporcionan una mezcla homogénea. Los lodos que salen de los digestores son almacenados en esta estructura antes de ser enviados al edificio de deshidratación.

#### 1.5.5.1.12 Deshidratación de lodos.

Como se visualiza en la ilustración 18: Deshidratación de lodos, en primer lugar se debe trasladar los lodos desde el almacenador hasta el edificio de deshidratación, allí se encuentran cinco filtros que extraen el agua a los lodos con el fin de obtener un biosólido fácilmente manejable.

Al lodo digerido se le inyecta un polímero para ayudar la deshidratación y posteriormente es sometido a compresiones sucesivas entre dos telas o bandas filtrantes que disminuyen la humedad del lodo hasta obtener una consistencia semisólida.

A la entrada de cada filtro hay un floculador en donde se mezcla polímero con el lodo digerido con el fin de aglomerar las partículas y facilitar la separación entre el sólido y el agua. El floculador viene equipado de un agitador vertical con velocidad graduable para determinar la velocidad de mezcla.

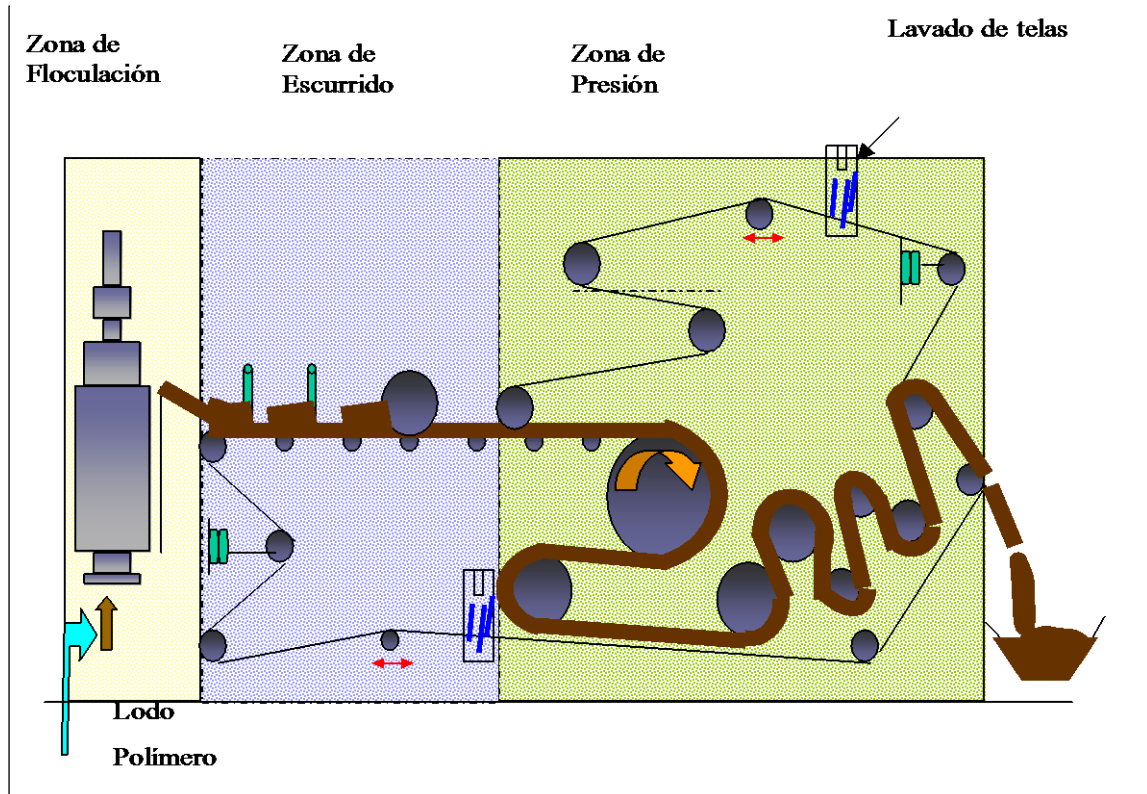
Se pueden diferenciar dos zonas principales en el funcionamiento de los filtros banda: la zona de escurrido y la zona de presión.

En la zona de escurrido, el lodo digerido mezclado con el polímero se deposita sobre la tela inferior. El lodo atraviesa dos rastrillos y después es repartido en todo lo ancho de la tela mediante un rodillo de nivelación. Los surcos hechos por los rastrillos y la ligera compactación hecha por el rodillo ayudan al drenaje de los lodos.

En la zona de presión, el lodo es tomado entre las dos telas y es sometido a una compresión progresiva sobre un tambor de escurrido. Las dos telas pasan luego por una serie de rodillos de prensa de diámetros decrecientes.

A la salida, las dos telas se separan detrás del rodillo de arrastre y la torta de lodos es liberada por dos raspadores para evacuación sobre la banda transportadora.

**Ilustración 18: Deshidratación de lodos**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

Los biosólidos, los cuales tienen una consistencia semisólida (concentración de sólidos de aproximadamente 30%), viajan a lo largo de la banda transportadora y caen directamente a los camiones que los envían al sitio de disposición final. Las dos telas son lavadas en continuo por medio de rampas de pulverizadores de agua bajo presión dentro de recintos cerrados.<sup>9</sup>

El agua retirada al lodo digerido es almacenada en el tanque de todas las aguas para ser enviado nuevamente al edificio de pre tratamiento desde donde entrará al proceso de sedimentación.

En el día a día operativo de la planta se ha permitido recopilar información de las diversas zonas en la que se encuentra dividida la planta, dicha información se ve reflejada en la base de datos del sistema de información y administración de mantenimiento SAP (Sistema de Aplicaciones y Programas) módulos MM y PM, en el cual, se puede ver reflejado el reporte de fallas de cada uno de los equipos, tipos de fallas, mantenimientos correctivos, preventivos realizados, periodicidad

<sup>9</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Manual de operación y seguimiento. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División técnica de operaciones. 2004.p. 480-496



con se tiene planeado intervenir cada equipo. Dicha información facilitará y su vez justificará la problemática expuesta en el siguiente numeral.<sup>10</sup>

#### 1.5.5.2 Proyecto Caso.

Inicialmente se realizó una descripción de cada uno de las fases que presenta el tratamiento de agua residual con el fin de crear una perspectiva de manera general del proceso y para facilitar la comprensión de la problemática de la presente investigación expuesta a continuación.

La problemática expuesta se enfoca en la zona de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Salitre más específicamente en la zona de cribado grueso y fino. El cribado es uno de los procesos iniciales del tratamiento de aguas residuales y permite reducir los sólidos en suspensión en diversos tamaños, dicha calidad de remoción depende de la apertura de las rejillas. En el transcurso de la operación de la planta se ha considerado de suma importancia la correcta operación de dichos equipos para realizar el cribado, son equipos de origen de diseño Francés dotados de sistemas mecánicos hidráulicos y eléctricos.<sup>11</sup> Dichos equipos han requerido en el transcurso del tiempo una planificación de mantenimiento preventivo muy estricta porque son equipos los cuales se encuentran ubicados en un punto crítico del proceso y además el incorrecto funcionamiento repercute negativamente en el cumplimiento de metas operativas pactadas, y afecta a muchos equipos de la cadena de proceso.<sup>12</sup> En el aspecto de mantenimiento correctivo son equipos los cuales presentan constantemente fallas por diversos motivos entre ellos:

**Antigüedad de equipos:** En cumplimiento de lo delegado por el Distrito en el decreto 626 de 2007 la Empresa de Acueducto, a través de la Gerencia de Sistema Maestro, se ha encargado de la operación, administración y mantenimiento de la PTAR el Salitre, y el cumplimiento de la licencia ambiental, se requiere realizar la actualización de los equipos de proceso los cuales están en funcionamiento hace más de 10 años y ya cumplieron su vida útil. Los equipos de cribado funcionan las 24 horas del día recibiendo cargas de aguas residuales

---

<sup>10</sup> Empresa de Acueducto de Bogotá. Instructivo para a generación de informes. Bogotá D.C.: EAB, División de métodos y procedimientos.2008.

<sup>11</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Requerimiento de mejora para el proceso de cribado. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento Mecánico 2008.

<sup>12</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento. 2004.p. 320

elevadas las cuales contribuyen al desgaste constante y elevado de las unidades<sup>13</sup>.

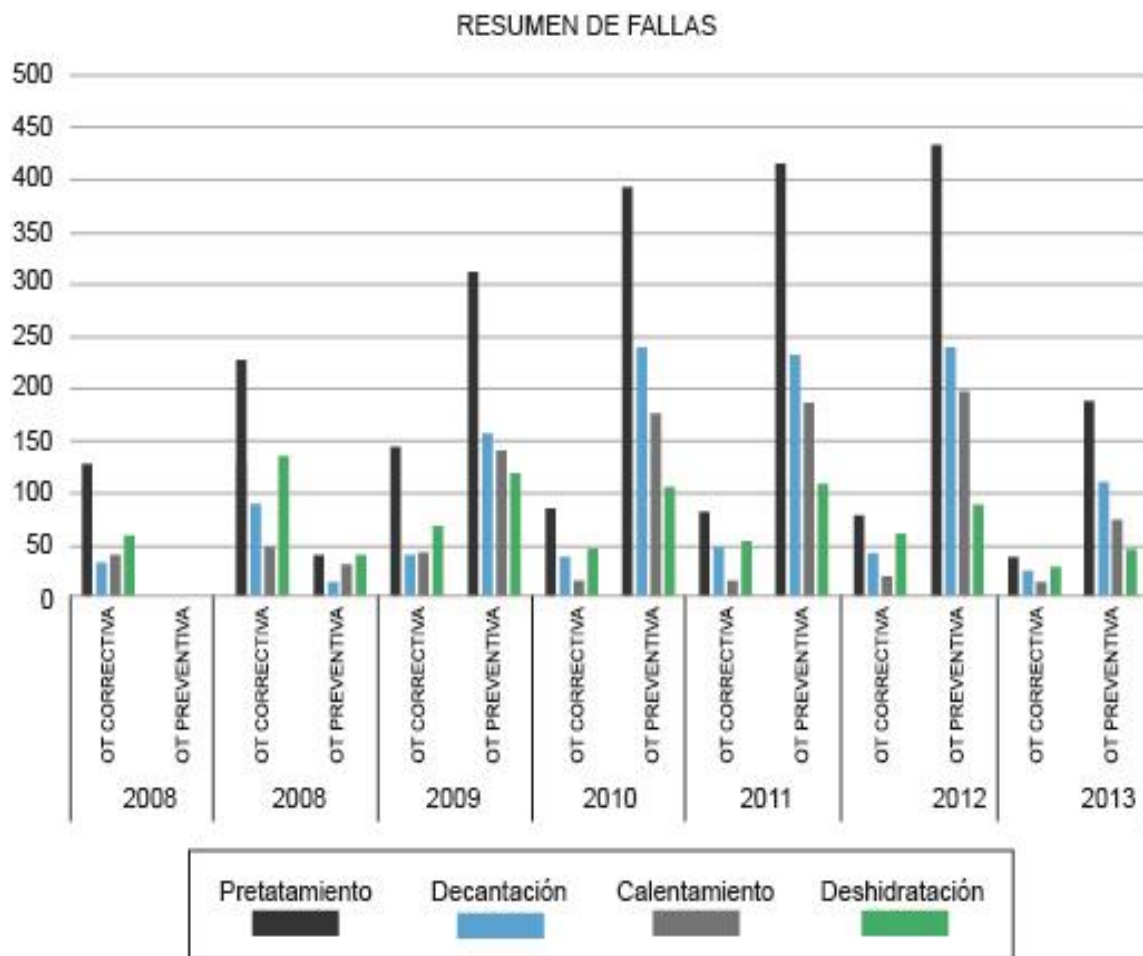
**Adquisición de repuestos:** La mayoría de los repuestos de las unidades de cribado son de difícil consecución, en un alto porcentaje la única forma de adquirirlos es a través de importaciones y en muchos casos los repuestos no son de alta duración, a esto sumando las dificultades y demoras en el sistema de contratación pública. Se ha determinado que los repuestos de la maquinaria no corresponden a los requerimientos de la planta, por lo que se deben buscar contingencias que resultan poco durables y con alto costo para el mantenimiento y operación en general.

**Constante mantenimiento correctivo:** Los equipos correspondientes a la zona de pretratamiento más específicamente las zonas de cribado presentan constantes fallas en el sistema mecánico como se visualiza en la ilustración 19: Resumen de fallas; desnivelación de rastrillo, rastrillos atascados, eslingas rotas con rastrillo sumergido en el canal, el sistema eléctrico presenta múltiples fallas de automatización, contactos sulfatados debido a la alta contaminación y al ambiente ácido de la zona.

---

<sup>13</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE. Requerimiento de mejora para el proceso de cribado. Bogotá D.C.: EAB, Empresa de Acueducto de Bogotá, División de mantenimiento Mecánico 2008

**Ilustración 19: Resumen de fallas.**



**Fuente:** (Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, 2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013).

A su vez el no cumplimiento de las metas pactadas genera repercusiones legales.  
14

En la [ilustración 20: consolidado de órdenes de trabajo](#), se logra dimensionar las órdenes generadas en el transcurso de la operación de la planta por zonas en

<sup>14</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 817 de julio de 1996. “Por el cual se inicia el trámite administrativo para la modificación de una Licencia Ambiental”. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1996.

donde se percibe la atención prestada a cada zona al igual el sistema de información define un alto tiempo de atención en cuanto a horas de mano de obra e insumos destinados hacia los quipos que operan para el cribado fino y grueso (etapa de pretratamiento)

**Ilustración 20: Consolidado resumen órdenes**

ZONA	2008		2009		2010		2011	
	OT COR	OT PRE	OT COR	OT PRE	OT COR	OT PRE	OT COR	OT PRE
PRETRATAMIENTO	127	0	227	40	145	312	84	393
DECANTACIÓN	34	0	89	14	41	157	39	239
CALENTAMIENTO	41	0	49	31	43	142	17	176
DESHIDRATACIÓN	60	0	136	41	70	118	46	105
TOTAL	262	0	501	126	299	729	186	913

ZONA	2012		2013		2014	
	OT COR	OT PRE	OT COR	OT PRE	OT COR	OT PRE
PRETRATAMIENTO	83	415	78	433	39	187
DECANTACIÓN	49	232	43	240	26	111
CALENTAMIENTO	17	188	20	198	14	74
DESHIDRATACION	54	109	61	90	30	46
TOTAL	203	944	202	961	109	418

\*OT: Orden de Trabajo  
COR: Correctiva  
PRE: Preventiva

**Fuente:** (Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, 2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013).

## **2. ESTUDIOS Y EVALUACIONES**

Para la realización de este proyecto, se realizó una serie de estudios pertinentes para el caso. Los cuales determinaron una serie de factores relevantes para el desarrollo de la nueva maquinaria del proceso de cribado.

### **2.1 Estudio técnico**

En el estudio técnico se realizó un análisis completo a la organización a la cual se le realizará el proyecto; pues es de gran importancia conocer los factores de la organización ya que de ellos depende la aceptación.

#### **2.1.1 Institución / Organización donde se presenta la necesidad.**

La organización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre se encuentra consolidada de la siguiente forma:

##### **2.1.1.1 Descripción general de la organización.**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre, es la encargada del saneamiento de una parte del río Bogotá, trata aguas residuales generadas en la capital proveniente en gran parte por hogares, colegios, universidades y oficinas. Se gestiona y mantiene gracias al trabajo conjunto entre el acueducto, el gobierno nacional y el distrital.

Dentro de la planta, se trabaja con un proceso de tratamiento primario químicamente asistido, con el que se obtienen resultados de remoción de materia orgánica en un 40% y de sólidos suspendidos un 60%.

##### **2.1.1.2 Direccionamiento estratégico.**

La PTAR Salitre trabaja bajo ciertas políticas de direccionamiento determinados los cuales van encaminados a cubrir las necesidades especificadas en su propuesta de valor. Por esta razón a continuación mostramos su misión, visión y valores corporativos.

#### 2.1.1.2.1 Misión.

Somos una empresa pública, responsable con la gestión integral del agua y el saneamiento básico como elementos comunes de vida y derechos humanos fundamentales, generadora de bienestar, que contribuye a la sostenibilidad ambiental del territorio.<sup>15</sup>

#### 2.1.1.2.2 Visión:

Ser un modelo público sostenible en la gestión integral del agua, manejo residuos sólidos y en la prestación de servicios con calidad, transparencia, inclusión y equidad.<sup>16</sup>

#### 2.1.1.2.3 Políticas.

La Empresa de Acueducto de Bogotá cuenta con lineamientos y fundamentos definidos a través de políticas en las siguientes áreas de desempeño:

- Política de imagen Institucional: “La EAAB- ESP informará a la comunidad los efectos y beneficios que sus inversiones y actividades tienen para la ciudad, motivando su apropiación y disfrute. Todo el equipo humano de la Empresa manejará un diálogo amable y positivo haciendo visible su vocación de servicio, sentido de pertenencia y proyectando una imagen institucional favorable.”
- Política de Desarrollo del Talento Humano: “Buscamos alcanzar los fines organizacionales con la participación de todo el personal de la Empresa, creando un ambiente empresarial amable y productivo, basado en un proceso cuidadoso desde la selección hasta el retiro del personal, el desarrollo de las competencias laborales claves y programas de bienestar que incluyan al trabajador y su familia para hacer del trabajo una fuente de desarrollo humano y profesional.”

---

<sup>15</sup> ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. PLAN GENERAL ESTRATEGICO 2012-2016” [en línea].  
<[http://www.acueducto.com.co/wps\\_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf](http://www.acueducto.com.co/wps_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf)>.  
[Citado el 4 de abril de 2015]

- Política del Sistema de Gestión Ambiental: “La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB- ESP, en cumplimiento de su misión para la prestación de los servicios del acueducto y alcantarillado, está comprometida con el manejo integral del agua y sus ecosistemas asociados contribuyendo a la preservación y conservación del medio ambiente. Vinculada a la promoción de una cultura del agua, respetuosa de la normatividad ambiental vigente y realizando una gestión adecuada de los impactos ambientales derivados de la ejecución de sus proyectos, obras y/o actividades en el marco del mejoramiento continuo.”
- Política de Gestión Integral de Riesgo: “La EAAB- ESP implementará un sistema de administración de riesgo en toda la cadena de la gestión integral del agua, para optimizar la eficacia y eficiencia operativa en beneficio de la comunidad y cumpliendo con la normatividad aplicable en materia de riesgo”.
- Política de Responsabilidad Social Empresarial: “ La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá asume el compromiso de agregar valor económico, ambiental y/o social a sus grupos de interés, a través del desarrollo de un programa articulado con los objetivos del Plan General Estratégico y del Plan de Desarrollo Distrital, propendiendo por una trayectoria empresarial sostenible, fundamentada en los valores corporativos y atendiendo los principios que en materia de derechos humanos, estándares laborales, ambientales y anticorrupción sean consensuados universalmente.”
- Política Sostenibilidad Financiera: “La Empresa cumplirá su función social con transparencia en el manejo de los recursos públicos, de forma que el desarrollo de sus actividades se realice con calidad y costos competitivos, sin poner en peligro la suficiencia financiera y desarrollo a largo plazo de la Empresa. La rentabilidad, dentro de los límites del bienestar social, será nuestra motivación principal en las operaciones de nuevos negocios”
- Política del Sistema Integrado de Gestión: “La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP, adopta un Sistema Integrado de Gestión que garantiza a nuestros usuarios la confiabilidad en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial. En consecuencia la Empresa actúa con responsabilidad social y ambiental, con un equipo humano comprometido y competente, que gestiona el conocimiento y la innovación, en un ambiente laboral sano y seguro, cumpliendo con la normatividad vigente y adoptando políticas específicas para cada sistema.
- Política de calidad: “ Estamos comprometidos con el mejoramiento continuo de eficacia, eficiencia y efectividad del Sistema integrado de Gestión, como herramienta para lograr los objetivos institucionales que aseguren la satisfacción de nuestros usuarios y grupos de interés, a través de un talento

humano competente, así como la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y contratistas, el mantenimiento y seguridad de la información, las mejores prácticas de transparencia y el cumplimiento a los requisitos legales aplicables.”<sup>17</sup>

#### 2.1.1.2.4 Objetivos de la compañía

- Estandarizar los procesos técnicos y administrativos, teniendo en cuenta el Proceso de Generación de Energía y la reestructuración de la Dirección Red Matriz Acueducto, mediante la Normalización y Certificación de los mismos, con el objeto de hacerlos más productivos
- Consolidar, implementar y capacitar la planta de personal, de acuerdo con las competencias establecidas por la Empresa y por el Sistema de Gestión de Calidad.
- Integrar los Procesos de la Dirección Red Matriz Acueducto con las herramientas Corporativas, de tal manera que se soporte el Proceso de Normalización.
- Minimizar las afectaciones del servicio por suspensiones en la Red Matriz, implementando nuevas tecnologías y alternativas de servicio.
- Asegurar la disponibilidad de la Infraestructura del Sistema Matriz manteniendo la cobertura de Acueducto según lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial y lo dispuesto por los planes de expansión de la Empresa.
- Operar el Sistema de la Empresa de Acueducto de Bogotá, con una relación beneficio/costo rentable para la Empresa.<sup>18</sup>

#### 2.1.1.2.5 Mapa de procesos y política de calidad.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP está orientada a la gestión integral del agua y el saneamiento básico como elemento común de vida y

---

<sup>17</sup> ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. PLAN GENERAL ESTRATEGICO 2012-2016” [en línea].

<[http://www.acueducto.com.co/wps\\_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf](http://www.acueducto.com.co/wps_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf)>. [Citado el 4 de abril de 2015].

<sup>18</sup> ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. MANUAL DE CALIDAD: CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN REDES MATRICES, Formato 3M050503-01 [en línea].[http://web.acueducto.com.co/RedMatriz/RedMatriz/plan\\_estrategico.htm](http://web.acueducto.com.co/RedMatriz/RedMatriz/plan_estrategico.htm). [Citado el 4 de abril de 2015].



derecho humano fundamental, en el marco de la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social.

Estamos comprometidos con el mejoramiento continuo de la eficacia, eficiencia y efectividad del Sistema Integrado de Gestión, como herramienta para lograr los objetivos institucionales que aseguren la satisfacción de nuestros usuarios y grupos de interés, a través de un talento humano competente descrito en la ilustración 22: organización corporativa, así como la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y contratistas, el mantenimiento y seguridad de la Información, las mejores prácticas de transparencia y el cumplimiento a los requisitos legales aplicable, ver ilustración 21: Mapa de procesos.<sup>19</sup>

#### 2.1.1.2.6 Valores Corporativos:

Los valores corporativos consideran los siguientes comportamientos:

- Vocación de servicio: Damos respuesta a las necesidades de nuestros usuarios y colaboradores de forma oportuna, amable y efectiva. Generamos satisfacción a nuestros usuarios cuando agregamos valor a nuestro trabajo.
- Transparencia: Hacemos uso adecuado y óptimo de los recursos. Comunicamos de forma veraz y completa las actuaciones de la empresa. Construimos confianza a través de relaciones claras y abiertas.
- Respeto: Escuchamos a todos con atención y valoramos sus aportes. Cumplimos integral y cabalmente con la normatividad. Cuidamos y preservamos el medio ambiente.
- Responsabilidad: Cumplimos oportunamente nuestro compromiso de cobertura, continuidad y calidad del servicio. Impactamos positivamente en nuestro entorno. Promovemos la participación comunitaria y llegamos a la población más vulnerable. Damos siempre lo mejor de nosotros y asumimos las consecuencias de nuestros actos.
- Excelencia en la gestión: Somos mejores todos los días, trabajamos en equipo y aplicamos el mejoramiento continuo, comparándonos con los mejores y adoptando las mejores prácticas. Medimos los procesos y mejoramos la gestión con indicadores objetivos.

---

<sup>19</sup> ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. PLAN GENERAL ESTRATEGICO 2012-2016; “Hacia la sostenibilidad Ambiental del Territorio” [en línea]. [http://www.acueducto.com.co/wps\\_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf](http://www.acueducto.com.co/wps_3/contenidos/archivos/PGE2012-2016.pdf). [Citado el 4 de abril de 2015].

Cumplimos las metas para satisfacción de nuestros usuarios.<sup>20</sup>

#### 2.1.1.2.7 Mapa de procesos estratégicos.

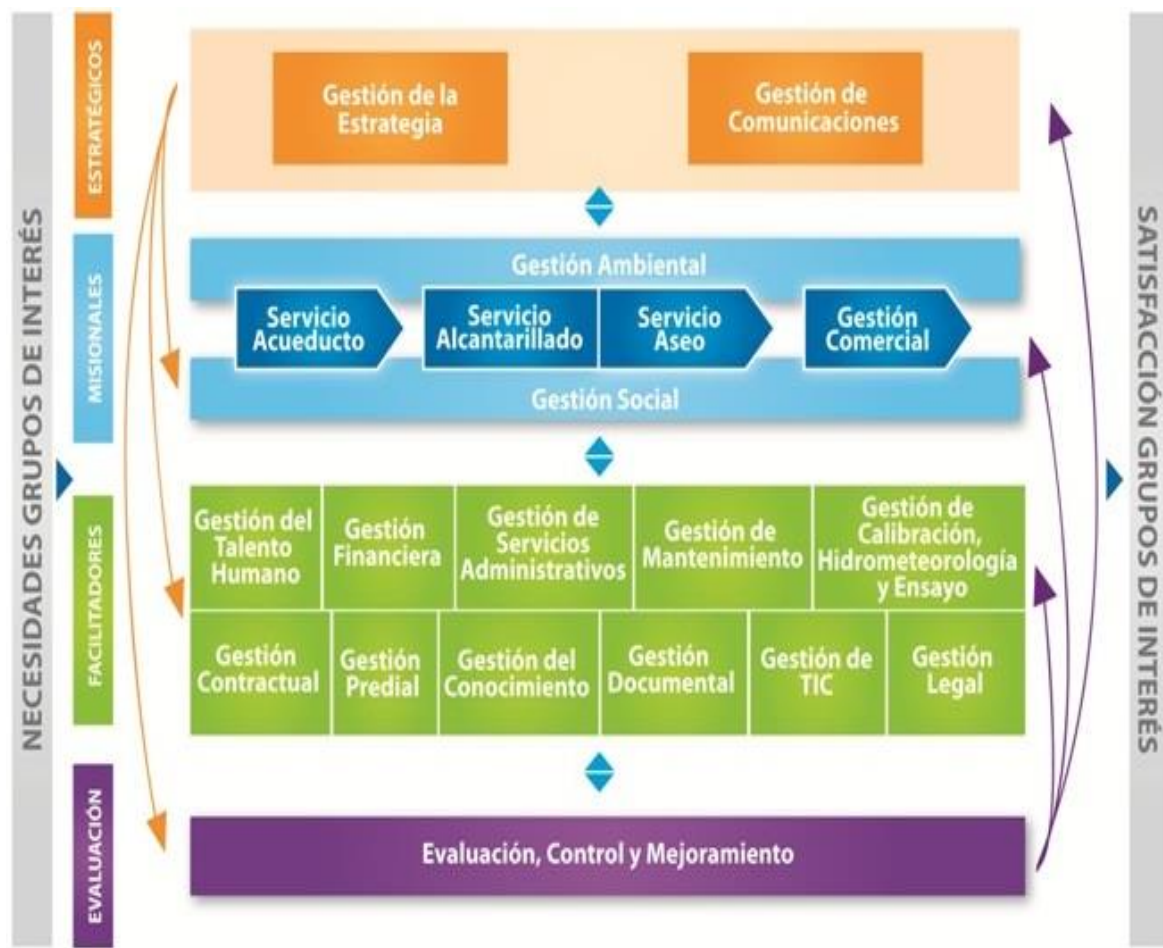
Bajo la resolución 0058 de 2015, en la cual se define el portafolio de productos y servicios de la EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ, EAB ESP, se determinan los procesos organizacionales expresados a través de la [ilustración 21: Mapa de procesos.](#)

#### **Ilustración 21 Mapa de procesos**

---

20 ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. Visión, Misión y Valores Corporativos [En línea]. <http://www.acueducto.com.co/> [Citado el 4 de abril de 2015].

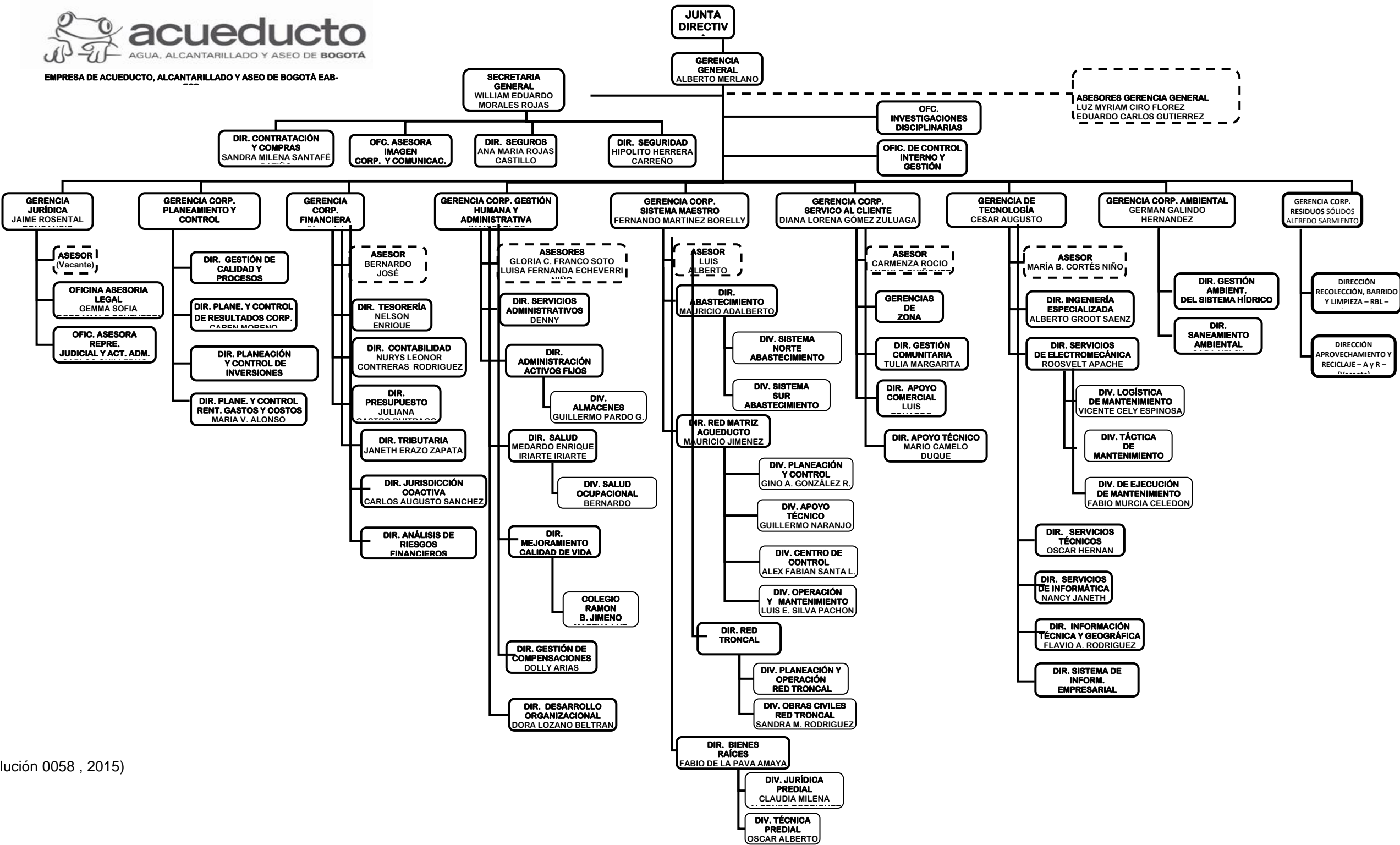
**Fuente:** (Resolución 0058 , 2015).



2.1.1.2.8 Estructura Organizacional de la compañía.

A nivel general la compañía se encuentra organizada bajo la siguiente estructura organizacional. [Ver ilustración 22: Organización corporativa.](#)

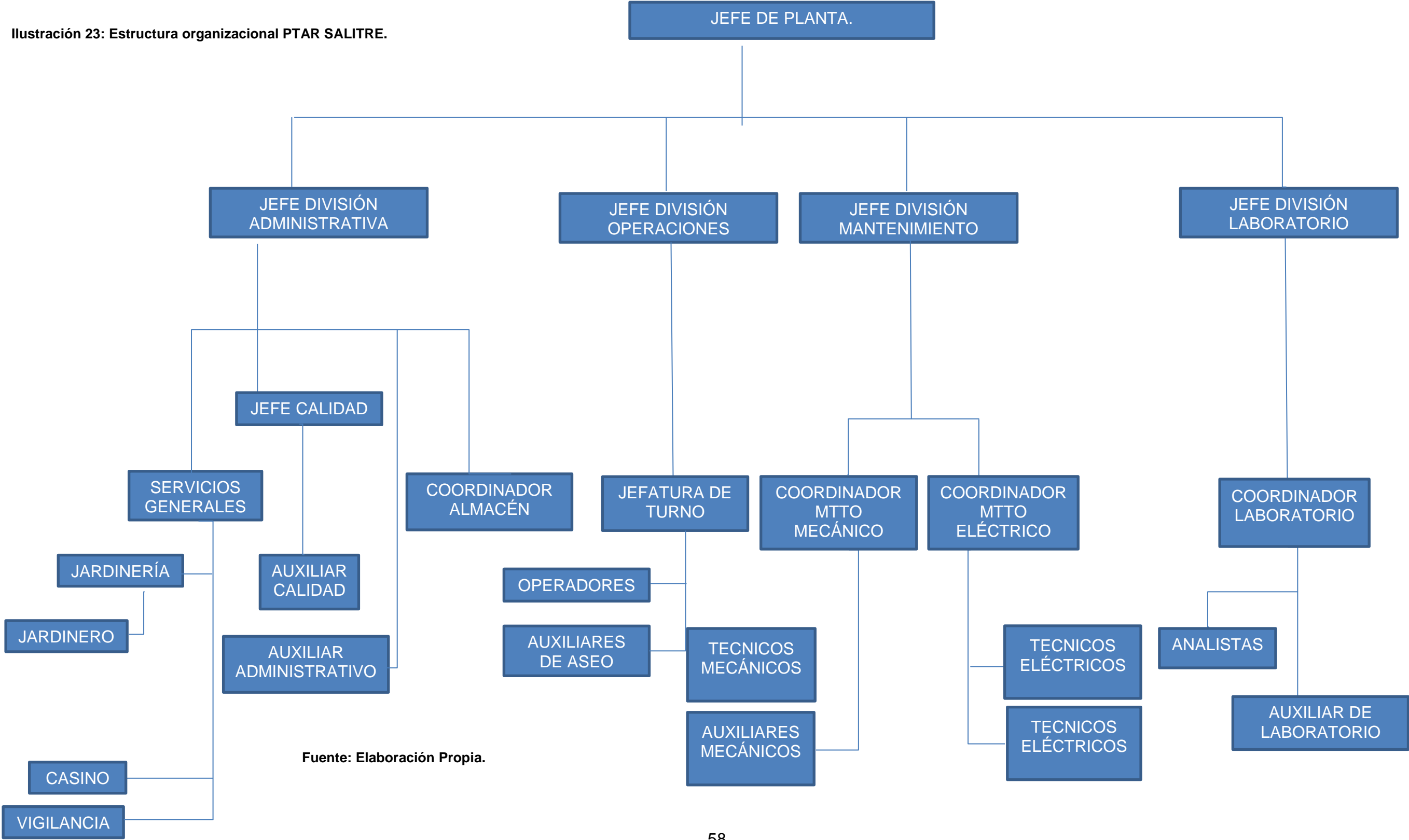
Ilustración 22 Organización corporativa



Fuente: (Resolución 0058 , 2015)

La Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR Salitre se encuentra ubicada bajo la gerencia del sistema maestro más específicamente la dirección de red troncal y alcantarillado. Internamente define su estructura organizacional como se expone en la ilustración 23: Estructura organizacional PTAR, expuesta a continuación:

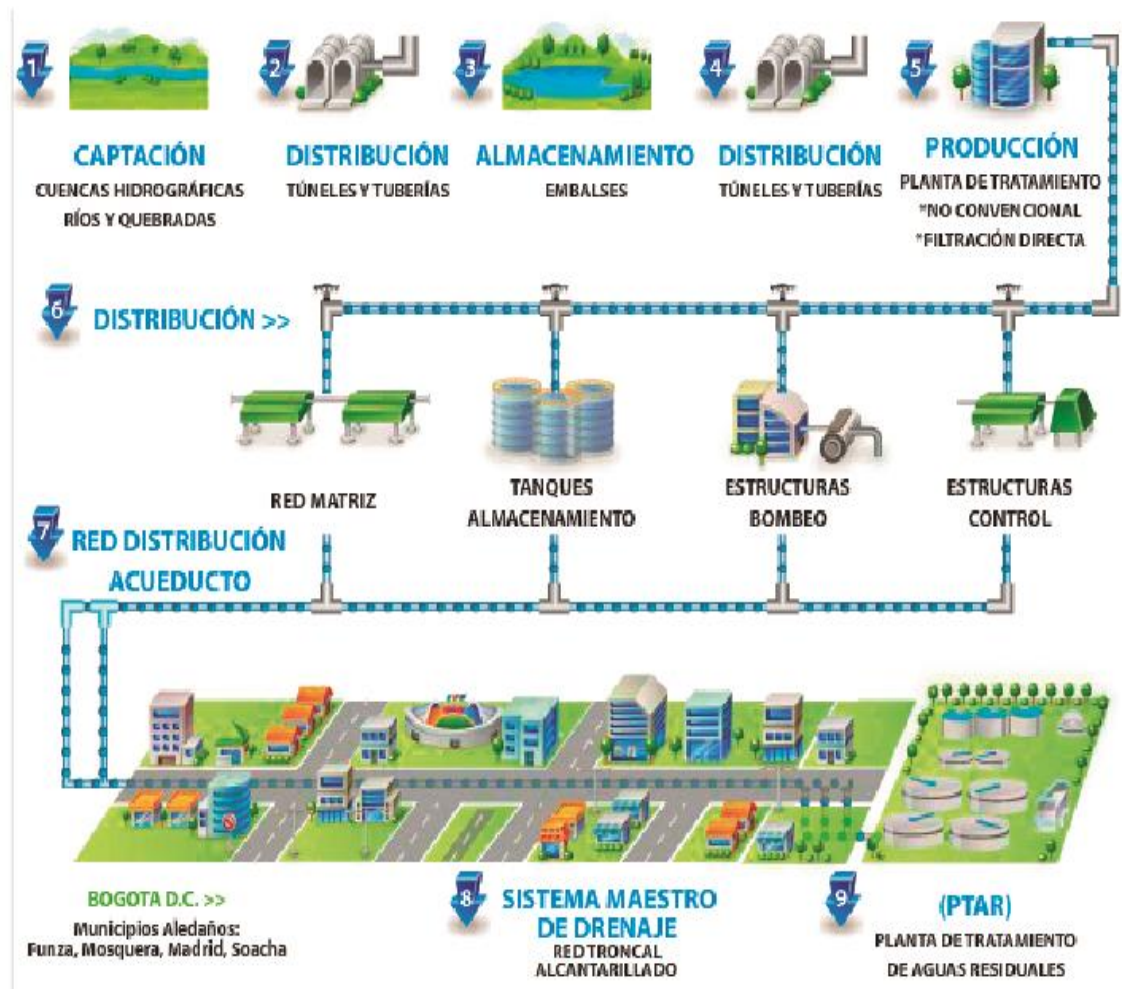
Ilustración 23: Estructura organizacional PTAR SALITRE.



#### 2.1.1.2.9 Cadena de abastecimiento del proceso de tratamiento de agua residual.

La cadena de abastecimiento se expresa gráficamente en la ilustración 24: Cadena de abastecimiento, iniciando desde el proceso de captación de aguas hasta su finalización en el tratamiento de aguas residuales.

**Ilustración 24: Cadena de abastecimiento**



Fuente: (DEGREMONT, 1997)

#### 2.1.2 Análisis y descripción del proceso, bien o servicio a obtener.

Teniendo en cuenta que bajo el Decreto 626 de 2007 la empresa de Acueducto, más específicamente la Gerencia del Sistema Maestro, asume la administración y

mantenimiento de la Planta de Tratamiento PTAR el Salitre, de igual forma teniendo en cuenta que para dar cumplimiento de la licencia Ambiental, se requiere actualizar las unidades o activos de determinados equipos los cuales llevan más de 10 años de funcionamiento los cuales ya cumplieron su vida útil de trabajo.

Dentro de los múltiples procesos realizados para la recuperación y transformación de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre, ver ilustración 25: Datos específicos de la PTAR, se realiza la captación de agua residual a través de un sistema de bombeo el cual debe disponer de un sistema de cribado optimo que permita la mayor remoción de materiales sólidos de gran tamaño. Vale la pena resaltar que el desempeño eficiente del sistema de bombeo de la PTAR depende de la optimización de la operación del sistema de cribado mediante el uso de sistemas de tecnologías modernas los cuales permitan la limpieza periódica, continua y automática de los residuos gruesos que llegan con las aguas residuales y aguas lluvias que son retenidos y cuya limpieza se efectúa de forma manual, en algunos casos con limitaciones de operación. Por todo lo descrito anteriormente se requiere implementar y optimizar el sistema de cribado para el aumento de la remoción de los elementos sólidos gruesos que se retienen en las rejillas instaladas en la aducción y salida de cada estación de bombeo, instalando sistemas de cribado con rejas estacionarias y/o sistemas de cribado con rastrillo viajero dependiendo de las características de cada punto de la estación de bombeo a intervenir. (Puntos actualmente denominados zona de rejas gruesas y rejas finas). Además se requiere realizar la optimización y actualización tecnológica del sistema de cribado proyectando el resultado final en el aumento de la retención de todo el material grueso que ingresa a la planta, reduciendo los riesgos que actualmente presenta el personal de operaciones en las labores de mantenimiento y limpieza diarias, igualmente con el desarrollo de esta mejora se quiere conllevar a la reducción de intervenciones en equipos por conceptos de taponamientos, desgastes prematuros y sobre esfuerzos.

Las operaciones de cribado son empleadas para la separación de solidos de gran tamaño, también denominados técnicamente solidos suspendidos o flotantes, grasas y compuestos orgánicos. El procedimiento más habitual para el cribado de sólidos en aguas residuales es el sistema de rejillas el cual consiste en hacer pasar el agua residual a través de rejas, barrotes, o barras. Dichos barrotes tienen una separación o abertura libre actualmente de 10 cm. Dentro de las posibilidades de limpieza encontramos la limpieza manual y automática de igual forma para la asignación de trabajo efectivo tiene las siguientes condiciones técnicas operativas expuestas en la ilustración 26: información actual del proyecto.

**Ilustración 25: Datos Principales de la PTAR.**

<b>DATOS PRINCIPALES DE LA PTAR EL SALITRE.</b>	
Población atendida	2 200 000 habitantes.
Tipo de tratamiento:	Primario avanzado químicamente asistido.
Caudal de operación:	Medio: 4 m <sup>3</sup> /s. Máximo: 9,9 m <sup>3</sup> /s
Eficiencia en remoción:	SST: 60% DBO5: 40%
Estabilización de lodos:	Tratamiento anaeróbico
Generación de biogás:	13 500 m <sup>3</sup> /d
Generación de biosólidos:	165 t/d
Abreviaturas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SST:</b> Sólidos suspendidos totales, es la cantidad de material sólido retenido después de haber filtrado un volumen de agua.</li> <li>• <b>DBO5:</b> Demanda bioquímica de oxígeno, es un parámetro el cual es usado para poder calcular la calidad del agua residual y superficial, en cuanto a la cantidad de oxígeno requerido para la estabilización biológica de la materia orgánica.</li> </ul>	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ilustración 26: Información actual del proyecto.**

CARACTERÍSTICAS	REJAS GRUESAS (Limpieza Manual)	REJAS FINAS (Limpieza automática).
Tamaño de la barra:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anchura: 10 mm.</li> <li>- Profundidad: 100 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anchura: 5 mm.</li> <li>- Profundidad: 25 mm.</li> </ul>
Separación entre barras:		25 mm
Pendiente en relación a la vertical, grados:	90 °	90°

**Fuente:** (DEGREMONT, 1997)



### 2.1.2.1 Características de los residuos.

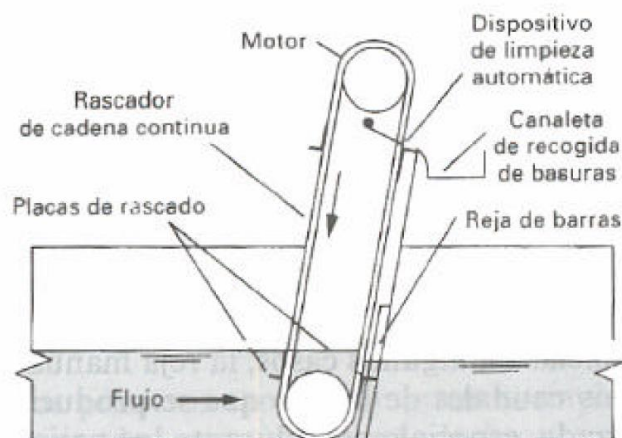
Primeramente los sólidos retirados por rejas gruesas y rejas finas se conocen como residuos. Para el caso específico de cribado bien sea por proceso de tamiz o de barrotes a menor abertura, mayor la cantidad de residuos retirada. Si queremos caracterizar los residuos retirados por las unidades de cribado debemos iniciar por los residuos retirados por las unidades de cribado grueso o rejas gruesas; recordemos que están poseen un espacio libre de 10 cm en los cuales quedan retenidos residuos tales como: piedras, ramas, trozos de chatarra, raíces de árboles, plásticos entre otros. Para el caso de las unidades de cribado las cuales poseen en la actualidad un espacio libre de 25 mm son las encargadas de retirar residuos de menor tamaño como lo son vidrios, semillas, preservativos, roedores y otros residuos de inferior tamaño.

### 2.1.2.2 Selección del tipo de limpieza mecánica.

Las rejas finas de limpieza mecánica son la tecnología más apropiada para el cribado de aguas residuales, estas a su vez poseen diversos diseños o tipos como lo son:

- Rejas de transmisión por cadena: son equipos con gran desempeño en el tratamiento de aguas de alcantarillado muy eficientes en la retención de sólidos, su mantenimiento es de bajo costo, la durabilidad del equipo sobresale como característica relevante frente a los otros tipos de rejas mecánicas ver diagrama en la ilustración 27: Reja mecánica de transmisión por cadena.

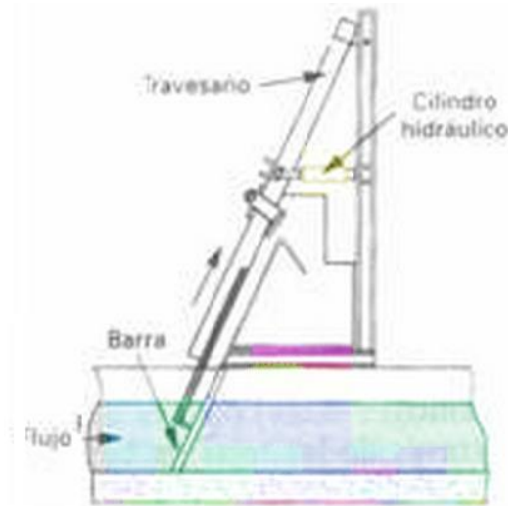
**Ilustración 27: Reja mecánica de transmisión por cadena.**



**Fuente:** (www.monografias.com, 2000).

- Rejas de movimiento oscilatorio: Como se visualiza en la ilustración 28: Rejas mecánicas por movimiento oscilatorio, son equipos los cuales poseen un rastrillo el cual se desplaza hasta la parte inferior de la reja de manera oscilatoria, a través de un rastrillo único arrastra los residuos descargándolos por una bandeja de salida.

**Ilustración 28: Rejas mecánicas por movimiento oscilatorio.**

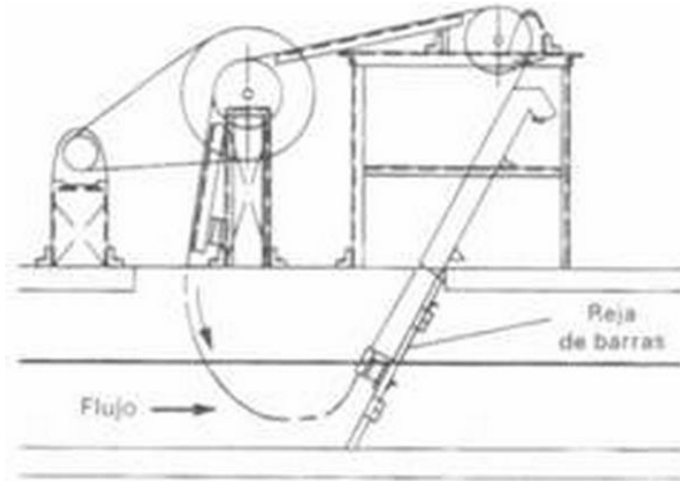


**Fuente:** (www.monografias.com, 2000)

- Catenarias.

En rejas de limpieza mecánica por catenaria el ciclo similar a las rejas de movimiento oscilatorio difieren en que el rastrillo se mantiene en contacto con la reja o barrotes gracias al peso de la cadena como se visualiza en la ilustración 29: Esquema de limpieza por catenaria.

**Ilustración 29: Esquema limpieza mecánica por catenaria.**

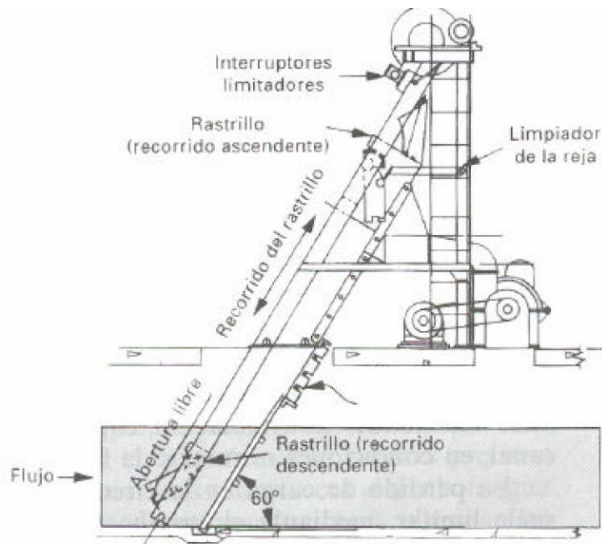


**Fuente** (Monografias, 2000)

- Rejas accionadas mediante cables o similar.

Dentro de las características más relevantes para este tipo de reja de limpieza radican en que emplean un rastrillo pivotante que asciende y desciende por unas guías accionadas a través de un cable, eslinga, fibra o similar y un tambor o polea según el caso de aplicación, ver esquema de funcionamiento en la ilustración 30: Reja mecánica de accionamiento por cable.

**Ilustración 30: Reja mecánica de accionamiento por cable.**



**Fuente:** (www.monografias.com, 2000)

#### 2.1.2.2.1 Características relevantes de las unidades de limpieza mecánica.

Reconociendo el funcionamiento de cada una de las posibles tipos de limpieza mecánica para cribado se realiza un análisis de sus debilidades y fortalezas en cada una de las posibles soluciones, a través de la Tabla 1: Cuadro comparativo según tipo de limpieza mecánica.

**Tabla 1: Cuadro comparativo según tipo de limpieza mecánica**

<b>TIPO DE LIMPIEZA MECÁNICA</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Rejas de transmisión por cadena.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son modernas.</li> <li>• De alta aplicabilidad en redes de alcantarillado.</li> <li>• De tipo separativo y eficiente separación de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunas ocasiones los costos son elevados.</li> </ul>
Rejas de movimiento oscilatorio.	La inspección y mantenimiento se encuentran por encima del nivel del agua	Dispone únicamente de un rastrillo de limpieza, no es conveniente para tratar aguas de altos contenidos de residuos
Catenarias.	El mecanismo de transmisión no tiene ruedas dentadas sumergidas	Se requiere un espacio grande para la instalación del equipo.
Rejas accionadas mediante cables o similar	El rastrillo es el único elemento mecánico que se sumerge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limitada capacidad del rastrillo.</li> <li>• Poca duración de los cables o elementos tensores del rastrillo (cables, guayas, eslingas, etc.).</li> <li>• Constante falla en los mecanismos de frenado.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 2.1.2.2.2 Evaluación cuantitativa del tipo de limpieza mecánica unidad de cribado fino.

Posteriormente con el conocimiento anteriormente mencionado se realiza una valoración a través de la experiencia de montajes y la ponderación de distintas características relevantes como el costo, el tiempo de entrega, la funcionalidad del equipo, mantenimiento, compatibilidad, garantía, las cuales nos permitan determinar de manera cuantitativa la conveniencia de alguno de los tipos de reja de limpieza, ilustración 31: ponderación para selección de cribado fino .

Ilustración 31: Ponderación para selección de sistema de cribado fino.

		REJA DE TRANSMISIÓN POR CADENA.		REJAS DE MOVIMIENTO OSCILATORIO.		CATENARIA		REJAS ACCIONADAS MEDIANTE CABLES.	
CRITERIO	PESO	NOTA	PUNTAJE	NOTA	PUNTAJE	NOTA	PUNTAJE	NOTA	PUNTAJE
COSTO	20 %	7	1,4	4	0,8	3	0,6	7	1,4
TIEMPO DE ENTREGA	15 %	8	1,2	6	0,9	6	0,9	8	1,2
FUNCIONALIDAD	25 %	8	2	3	0,75	3	0,75	6	1,5
MANTENIMIENTO	10 %	9	0,9	3	0,3	3	0,3	5	0,5
COMPATIBILIDAD	10 %	8	0,8	5	0,5	5	0,5	8	0,8
GARANTÍA	20 %	8	1,6	6	1,2	6	1,2	6	1,2
TOTAL	100%	48	7,9	27	4,45	26	4,25	40	6,6

Fuente: Elaboración propia.

A través de la ponderación desarrollada en la ilustración se determina que las dos alternativas con más alta probabilidad de selección son: reja de transmisión por cadena y rejas accionadas mediante cables respectivamente. Para solidificar nuestra selección de rejas de transmisión por cadena y a su vez descartar la segunda opción de rejas accionadas mediante cables tenemos la experiencia de fallas presentadas en el sistema que actualmente se encuentra operando en la planta, tabla 2: Informe de fallas unidad de cribado, la cual nos permite definir que el sistema de rejas accionadas mediante cables presenta fallas más concretamente en el sistema del rastrillo y su suspensión, consecuentemente permite descartar esta alternativa y finalmente demuestra la opción de las rejas de transmisión por cadena como la opción más viable y de mejores resultados para el sistema de cribado fino.

TABLA 2: INFORME DE FALLAS UNIDAD DE CRIBADO.

ITEM	ORDEN	UBICACIÓN	COSTOS	TEXTO BREVE DE LA LABOR A EJECUTAR
1	437	PTAR-02-C	1.529.340	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
2	465	PTAR-02-C	3.413.326	EL RASTRILLO SE PEGA EN EL FONDO
3	470	PTAR-02-C	1.372.905	FALLA EN EL PLC MARCA ALARMA DE FALLA
4	477	PTAR-01-C	2.842.229	MONTAJE CONEXIÓN Y PRUEBAS
5	478	PTAR-01-C	1.607.921	FALLA ELÉCTRICA
6	559	PTAR-02-C	517.574	REVISION GENERAL
7	560	PTAR-02-C	271.703	REVISION GENERAL
8	561	PTAR-02-C	794.505	REVISION GENERAL
9	562	PTAR-02-C	271.703	REVISION GENERAL
10	571	PTAR-02-C	1.747.509	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
11	622	PTAR-01-C	654.152	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
12	651	PTAR-01-C	7.042.823	MANTENIMIENTO GENERAL
13	683	PTAR-02-C	461.073	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
14	729	PTAR-02-C	674.825	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
15	775	PTAR-01-C	169.827	DESCARGAR MATERIAL PENDIENTE POR CODIGOS
16	786	PTAR-02-C	372.094	MANTENIMIENTO SEMANAL
17	793	PTAR-01-C	315.034	CAMBIO ANODOS - PROTECCION CATÓDICA
18	848	PTAR-02-C	339.738	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL
19	891	PTAR-01-C	105.518	FALLA GENERAL
20	893	PTAR-02-C	281.136	NIVEL ALTO SACA DE FUNCIONAMIENTO TORNILLO
21	897	PTAR-02-C	0	REVISIÓN ELECTRICA
22	914	PTAR-02-C	242.670	RASTRILLO EN EL FONDO
23	917	PTAR-02-C	97.068	RASTRILLO EN EL FONDO
24	939	PTAR-02-C	1.375.130	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
25	974	PTAR-02-C	32.356	FALLA SENSOR
26	1028	PTAR-01	396.300	MANTENIMIENTO PINTURA
27	1051	PTAR-01-C	6.133.382	CAMBIO COFRE CONTROL-POTENCIA
28	1059	PTAR-02-C	630.942	CAMBIO DE ESLINGAS ROTAS
29	1070	PTAR-02-C	18.216.985	MANTENIMIENTO GENERAL PINTURA
30	1092	PTAR-01-C	97.068	REVISION AUTOMÁTISMO
31	1111	PTAR-01-C	633.142	FALLA ELÉCTRICA CONSTANTE
32	1134	PTAR-02-C	1.035.392	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
33	1142	PTAR-01-C	4.061.719	CABLEADO TABLERO DE CONTROL
34	1151	PTAR-02-C	161.780	REVISIÓN DE AUTOMATISMO
35	1155	PTAR-02-C	129.424	FALLA EN REJAS FINAS A Y D
36	1157	PTAR-02-C	1.609.315	INSTALACIÓN DE SENSOR DE NIVEL ALTO
37	1212	PTAR-02-C	441.022	NO HACE EL CICLO AUTOMÁTICO
38	1233	PTAR-01-C	97.068	MANTENIMIENTO A FRENOS DE LOS MOTORES
39	1244	PTAR-02-C	3.009.378	REVISIÓN SISTEMA DE CONTROL "PLC"
40	1246	PTAR-01-C	385.642	CAMBIO DE GANCHOS DE YUGO DE IZAJE
41	1249	PTAR-02-C	3.799.270	MANTENIMIENTO GENERAL OVERHAUL
42	1264	PTAR-01	2.434.348	INSTALAR BOMBA DOSIFICADORA
43	1270	PTAR-01-C	323.560	VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE AUTOMATISMO
44	1300	PTAR-02-C	1.132.460	MODIFICACIONES INSTALACIONES ELECTRICAS
45	1304	PTAR-01-C	226.492	REVISION SISTEMA ELÉCTRICO
46	1338	PTAR-01-C	0	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
47	1355	PTAR-02-C	228.918	ESLINGAS ROTAS
48	1380	PTAR-01-C	218.136	REVISIÓN SISTEMA PROTECCIÓN CATÓDICA
49	1382	PTAR-01-C	882.447	CAMBIO BORNERAS MOTORES ARRASTRE POLIPAS
50	1407	PTAR-02-C	465.645	CAMBIO SOPORTERIA TUBERIA ELÉCTRICA
51	1415	PTAR-01-C	1.850.360	OVERHUALL POLIPASTO
52	1435	PTAR-02-C	97.068	DAÑO TORNILLO DE LA PESA
53	1462	PTAR-01-C	6.990.108	MANTENIMIENTO DEL POLIPASTO
54	1484	PTAR-01-C	24.267	REVISIÓN Y CAMBIO DE SILICA GEL
55	1550	PTAR-01-C	825.078	MANTENIMIENTO DEL POLIPASTO
56	1602	PTAR-02-C	288.469	
57	1636	PTAR-02-C	756.794	CAMBIO DE BORNERAS TABLERO ELECTRICO
58	1652	PTAR-02-C	226.492	ESLINGAS ROTAS,
59	1653	PTAR-01-C	1.413.402	FUGA DE ACEITE EN EL CILINDRO
60	1658	PTAR-02-C	177.958	REPÁRAR BRAZOS LATERALES, CAMBIO ESLINGAS
61	1664	PTAR-01-C	577.250	FUGA DE ACEITE, MANGUERA ROTA
62	1671	PTAR-02-C	80.890	NO FUNCIONA MANUAL NI AUTOMATICO
63	1685	PTAR-01-C	1.145.670	FUGA DE ACEITE POR EL VÁSTAGO
64	1810	PTAR-01	814.842	INSTALACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA
65	1832	PTAR-01	1.438.664	SEGUIMIENTO TORNILLO ELEVACIÓN
66	1847	PTAR-02-C	4.647.570	MONTAJE REDUCTOR 02T01



CONTINUACIÓN TABLA 3: INFORME DE FALLAS UNIDAD DE CRIBADO.

113	10000007	PTAR-02-CRI -UDGL01B	161.780	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
114	10000008	PTAR-02-CRI -UDGL01C	32.356	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
115	10000009	PTAR-02-CRI -UDGL01D	16.178	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
116	10000101	PTAR-02-CRI -UDGL01A	9.691.247	MANTENIMIENTO GENERAL OVERHAUL
117	10000143	PTAR-02-CRI	711.832	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
118	10000155	PTAR-01	147.409	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
119	10000208	PTAR-02-CRI	2.112.200	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
120	10000212	PTAR-01	959.302	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
121	10000220	PTAR-01-CRI -UT01	1.210.518	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2000 HORAS
122	10000230	PTAR-02-CRI -UDGL01A	48.534	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
123	10000231	PTAR-02-CRI -UDGL01B	80.890	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
124	10000238	PTAR-01-CRI -UCUC	6.422.797	MANTENIMIENTO GENERAL OVERHAUL
125	10000275	PTAR-02-CRI	820.516	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
126	10000279	PTAR-01	588.223	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
127	10000323	PTAR-02-CRI	1.797.918	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
128	10000327	PTAR-01	569.366	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
129	10000373	PTAR-02-CRI	2.448.264	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
130	10000377	PTAR-01	583.381	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
131	10000385	PTAR-01-COMP -UPC	145.602	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
132	10000428	PTAR-02-CRI	606.429	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
133	10000432	PTAR-01	430.289	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
134	10000440	PTAR-01-COMP -UPC	97.068	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
135	10000484	PTAR-02-CRI	558.141	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
136	10000488	PTAR-01	4.393.118	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
137	10000496	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
138	10000563	PTAR-02-CRI	1.089.872	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
139	10000567	PTAR-01	566.230	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
140	10000575	PTAR-01-COMP -UPC	80.890	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
141	10000649	PTAR-02-CRI	469.162	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
142	10000653	PTAR-01	33.400	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
143	10000661	PTAR-01-COMP -UPC	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
144	10000693	PTAR-01	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
145	10000747	PTAR-02-CRI	531.172	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
146	10000751	PTAR-01	194.136	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
147	10000759	PTAR-01-COMP -UPC	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
148	10000794	PTAR-01-CRI -UT01	48.534	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
149	10000796	PTAR-02-CRI -UDGL01A	97.068	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 800 HORAS
150	10000803	PTAR-02-CRI -UDGL01B	5.683.083	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10000 HORAS
151	10000847	PTAR-02-CRI	558.141	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
152	10000851	PTAR-01	153.691	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
153	10000859	PTAR-01-COMP -UPC	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
154	10000910	PTAR-02-CRI -UDGL01B	4.351.453	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10000 HORAS
155	10000911	PTAR-02-CRI -UDGL01A	94.188	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2000 HORAS
156	10000912	PTAR-02-CRI -UDGL01C	145.602	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2000 HORAS
157	10000923	PTAR-02-CRI -UDGL01C	1.115.250	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10000 HORAS
158	10000924	PTAR-01-COMP -UAV01	32.356	PLAN MANTENIMIENTO SEMESTRAL
159	10000925	PTAR-01-COMP -UAV01	32.356	PLAN MANTENIMIENTO SEMESTRAL
160	10000973	PTAR-01-COMP -UAV01	48.534	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL
161	10000974	PTAR-01-CRI -UCUC	32.356	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
162	10001013	PTAR-02-CRI	1.132.460	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
163	10001017	PTAR-01	362.262	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
164	10001025	PTAR-01-COMP -UPC	48.534	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
165	10001102	PTAR-02-CRI -UDGL01D	48.534	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
166	10001123	PTAR-01-COMP -UAV01	5.354.975	MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL
167	10001124	PTAR-01-COMP -UAV01	5.770.684	MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL
168	10001125	PTAR-01-CRI -UT01	64.712	<MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
169	10001166	PTAR-02-CRI	1.222.719	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
170	10001170	PTAR-01	952.134	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
171	10001178	PTAR-01-COMP -UPC	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
172	10001219	PTAR-02-CRI -UDGL01D	1.102.891	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10000 HORAS
173	10001238	PTAR-01-COMP -MNU	97.068	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
174	10001314	PTAR-02-CRI	388.272	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
175	10001318	PTAR-01	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
176	10001326	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL

Fuente: Transacción MB51 SAP Móduloterial Magnagement MM.

ITEM	ORDEN	UBICACIÓN TECNICA	COSTOS	TEXTO BREVE DE LA LABOR A EJECUTAR
176	10001326	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
177	10001361	PTAR-01-COMP -MNU	222.874	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
178	10001370	PTAR-02-CRI	2.410.663	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
179	10001371	PTAR-02-CRI -UDGL01B	130.762	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2000 HORAS
180	10001429	PTAR-02-CRI	97.068	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
181	10001433	PTAR-01	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
182	10001441	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
183	10001476	PTAR-01-COMP -MNU	97.068	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
184	10001483	PTAR-01	898.965	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
185	10001486	PTAR-02-CRI -UDGL01A	97.068	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2000 HORAS
186	10001496	PTAR-02-CRI	970.680	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
187	10001544	PTAR-02-CRI	161.780	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
188	10001548	PTAR-01	113.246	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
189	10001556	PTAR-01-COMP -UPC	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
190	10001591	PTAR-01-COMP -MNU	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
191	10001598	PTAR-02-CRI	501.518	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
192	10001654	PTAR-02-CRI	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
193	10001658	PTAR-01	420.628	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
194	10001666	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
195	10001701	PTAR-01-COMP -MNU	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
196	10001722	PTAR-02-CRI	719.921	MITTO PROV. MENSUAL "SEMANALES REJAS FINA"
197	10001732	PTAR-01-CRI -UT01	2.096.861	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
198	10001800	PTAR-02-CRI	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
199	10001804	PTAR-01	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
200	10001812	PTAR-01-COMP -UPC	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
201	10001847	PTAR-01-COMP -MNU	64.712	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
202	10001873	PTAR-01	32.356	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
203	10001874	PTAR-02-CRI -UDGL01A	80.890	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
204	10001875	PTAR-02-CRI -UDGL01C	177.958	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
205	10001876	PTAR-02-CRI -UDGL01D	80.890	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
206	10001882	PTAR-02-CRI -UT	161.780	MITTO PREVENTIVO ANUAL
207	10001885	PTAR-02-CRI	1.544.589	MITTO PROV.. MENSUAL SEMANALES REJAS FINAS
208	10001945	PTAR-02-CRI	1.794.806	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
209	10001949	PTAR-01	1.531.005	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
210	10001957	PTAR-01-COMP -UPC	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
211	10001992	PTAR-01-COMP -MNU	80.890	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
212	10001999	PTAR-02-CRI	1.822.718	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
213	10002009	PTAR-02-CRI -UDGL01B	97.068	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
214	10002064	PTAR-02-CRI	210.314	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
215	10002068	PTAR-01	97.068	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
216	10002076	PTAR-01-COMP -UPC	16.178	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
217	10002111	PTAR-01-COMP -MNU	48.534	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
218	10002118	PTAR-02-CRI	1.219.870	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
219	10002182	PTAR-02-CRI	210.314	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
220	10002186	PTAR-01	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
221	10002194	PTAR-01-COMP -UPC	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
222	10002229	PTAR-01-COMP -MNU	48.534	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
223	10002236	PTAR-02-CRI	916.497	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
224	10002246	PTAR-01	64.712	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
225	10002247	PTAR-02-CRI -UDGL01A	113.246	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
226	10002248	PTAR-02-CRI -UDGL01C	177.958	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
227	10002250	PTAR-02-CRI -UT	227.779	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
228	10002319	PTAR-02-CRI	708.826	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
229	10002323	PTAR-01	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
230	10002331	PTAR-01-COMP -UPC	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
231	10002366	PTAR-01-COMP -MNU	0	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
232	10002373	PTAR-02-CRI	1.914.391	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
233	10002383	PTAR-02-CRI -UDGL01B	129.424	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL
234	10002390	PTAR-02-CRI -UDGL01D	4.169.555	MITTO PREVENTIVO ANUAL
235	10002441	PTAR-02-CRI	436.402	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
236	10002445	PTAR-01	145.602	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
237	10002453	PTAR-01-COMP -UPC	32.356	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
238	10002488	PTAR-01-COMP -MNU	48.534	PLAN MENSUAL PTAR GENERAL
239	10002512	PTAR-02-CRI	938.324	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
240	10002566	PTAR-02-CRI	6.014.243	MITTO PREV. MENSUAL SEMANALES REJA FINA
241	10002575	PTAR-01	65.288	MITTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

Fuente: Transacción MB51 SAP Módulo Material Magnagement MM.

Definiciones para unidades de cribado grueso.

Para el diseño de las unidades de cribado se contemplan las siguientes consideraciones:

- a) Para la elaboración de las cribas se emplearan barras rectangulares, en acero inoxidable 316.
- b) La distancia entre barras está definida entre 15 y 50 mm según la ubicación rejas finas y rejas gruesas respectivamente.
- c) Las dimensiones al igual que la distancia entre barrotes se definirán de modo que la velocidad del canal medio trabajo de 4,0 a 8,0 m/s según condiciones de operación.
- d) El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal.
- e) Para facilitar la instalación y el mantenimiento de las cribas se realizara el montaje de compuertas de aislamiento.
- f) Las unidades de cribado grueso contarán con un rastrillo para las cinco unidades, dicho rastrillo viajara por cada una de las unidades realizando el ciclo de limpieza temporizada, según el caudal de recepción.<sup>21</sup>

Dichas consideraciones se fundamentan y soportan bajo la norma OS 0.90 y se aplican bajo las consideraciones técnicas requeridas para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre. [Ver Tabla 3: Consideraciones Técnicas.](#)

#### 2.1.2.2.3 Consideraciones para el diseño de las rejillas de cribado.

Para el uso diseño y uso de las rejillas debemos contemplan las siguientes consideraciones técnicas:

- a) En cuanto a las pérdidas de carga se determinan los siguientes cálculos para verificar el posible exceso de saturación de los equipo y a su vez verificar el riesgo de una posible inundación del canal, según la teoría para perdida de carga resumida bajo la fórmula:

$$h_1 = 1/0,7 * [(V^2 - v^2/2 * g)]$$

$h_1$  = perdida de carga, (m).

$k = 1/0,7$  = coeficiente el cual incluye perdidas por turbulencia, formación de remolinos y obstrucción de barras sumergidas.

---

<sup>21</sup> INSTITUTO DE CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Plantas de Aguas Residuales. Norma OS.090.Lima, Perú.: El instituto, 2006. 9 p.

V= Velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja (m/s).

v= Velocidad de aproximación del fluido hacia la reja (m/s).

g= aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

Aplicado dicho conocimiento obtenemos el siguiente resultado:

$$h1= 1/0,7 * [(3,65 \text{ m/s})^2 - (4 \text{ m/s})^2 / 2 * 9,78 \text{ m/s}]$$

$$h1= 1/0,7 * [(13,3225 \text{ m/s}) - (16 \text{ m/s}) / 19,56 \text{ m/s}]$$

$$h1=1/0,7 * [-2,6775 / 19,56 \text{ m/s}]$$

$$h1=1/0,7 * [-0,13688 \text{ m/s}]$$

$$h1= -0,13688 \text{ m/s} / 0,7$$

$$h1= -0,19554 \text{ m/s}.$$

El cálculo anteriormente realizado nos permite identificar o mejor aún tener la seguridad que no se van a presentar problemas de taponamiento o saturamiento en los tamices o cribas de cada uno de los equipos seleccionados y en condiciones de operación normales.

- b) En cuanto al dimensionamiento de las rejillas de cribado de limpieza mecánica, es importante destacar que la zona se encuentra construida y se van a contar con dichas especificaciones para el montaje de la misma, en la cual consideran los siguientes datos técnicos:

**Tabla 5: Consideraciones técnicas.**

ASPECTOS	CONSIDERACIÓN TÉCNICA PARA CRIBADO GRUESO	CONSIDERACIÓN TÉCNICA PARA CRIBADO FINO.
Altura del canal	6,00 m	2,00 m
Área de la criba por canal	6,00 m x 4,00 m = 24 m <sup>2</sup>	2,30 m x 2,00 m = 4,6 m <sup>2</sup>
Velocidad del caudal	El caudal del canal salitre oscila desde los 10 m <sup>3</sup> /s hasta los 15 m <sup>3</sup> /s. $V_{\text{velocidad}} = Q_{\text{caudal}} / A_{\text{área}}$ $V = 10 \text{ m}^3/\text{s} / 24 \text{ m}^2$ <b>V= 0,416 m/s.</b>	El caudal para la zona de cribado es dependiente a la cantidad de tornillos de elevación operando el cual oscila desde los 2 m <sup>3</sup> hasta los 8 m <sup>3</sup> : $V_{1 \text{ tornillo en operación}} = 2 \text{ m}^3/\text{s} / 4,6 \text{ m}^2$ <b>V<sub>1 tornillo en operación</sub>=0,4347 m/s</b>

	$V = 15 \text{ m}^3/\text{s} / 24 \text{ m}^2$ $V = 0,625 \text{ m}$	$V_2 \text{ tornillo en operación} = 4 \text{ m}^3/\text{s} / 4,6 \text{ m}^2$ $V_2 \text{ tornillo en operación} = 0,8695 \text{ m/s}$ $V_3 \text{ tornillo en operación} = 6 \text{ m}^3/\text{s} / 4,6 \text{ m}^2$ $V_3 \text{ tornillo en operación} = 1,304 \text{ m}^2/\text{s}$ $V_4 \text{ tornillo en operación} = 8 \text{ m}^3/\text{s} / 4,6 \text{ m}^2$ $V_3 \text{ tornillo en operación} = 1,7391 \text{ m/s}$
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 3: Consideraciones técnicas, visualiza cálculos en los posibles eventos de operación donde se interpreta que los resultados están dentro de los márgenes de operación de la PTAR el SALITRE.

### 2.1.3 Estado del arte.

Para el estado del arte, analizamos las diferentes soluciones que actualmente se brindan en diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de identificar las posibles alternativas de solución del actual problema que presenta la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR el SALITRE.

El estado del arte se realizó, para determinar forma, función y nivel de automatización. Los materiales están determinados por los requerimientos de la planta.

#### 2.1.3.1 Nivel de automatización.

El nivel de automatización radica en ciertos criterios técnicos y de caracterización de las aguas como el grado de concentración de sólidos del agua residual fluyendo a través de las rejillas finas al igual, la caracterización del agua es otro factor el cual define la implementación correcta del equipos a seleccionar para el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR EL SALITRE se contemplan los siguientes datos Técnicos:

- Agua tratada por la PTAR El Salitre:  $346.666,67 \text{ m}^3/\text{d}$ .
- Residuos recogidos en la rejilla de 50 mm:  $0,82 \text{ t/d}$ .
- Factor de recolección de residuos para una rejilla de 50 mm:  $2.36538 \text{ e}^{-06} \text{ t/m}^3$ .
- Caudal medio del canal:  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Altitud promedio 2.600 metros sobre el nivel del mar.
- Temperatura ambiente máxima:  $25^\circ \text{ C}$ .



- Temperatura ambiente mínima 0° C.
- Temperatura ambiente promedio: 13 ° C.
- Velocidad máxima del viento 16 m/s.
- Precipitación media (Bogotá D.C solamente) 900 mm.
- Presión atmosférica 525 mm Hg
- Punto de ebullición del agua 90°C.

Reconociendo datos básicos de operación se contemplan las siguientes alternativas:

#### 2.1.3.1.1 Cribado sencillo manual.

El cual consta de cribas con barrotes definidos a determinadas distancias, este sistema pues carece en la mayoría de los casos de sistemas automatizados para retiro de colmatación como lo muestra la ilustración 32: Proceso fijo-manual, se utilizan muy comúnmente en zonas donde los caudales de operación son bajos al igual la concentración o grado de colmatación es muy baja, a nivel Colombia es común ver estos montajes a niveles veredales o pequeños canales de aguas residuales. Dichos sistemas para el caso específico PTAR Salitre tienen la desventaja que no cuentan con una remoción de sólidos automatizada esto se convertiría en una problemática de alto riesgo al ser implantado pues la saturación de la criba sería muy rápida, la manipulación manual sería insuficiente para la remoción de sólidos y finalmente se represaría el canal.

**Ilustración 32 Proceso fijo - manual**



**Fuente:** (Lozano - Rivas, UNAD, 2012)

#### 2.1.3.1.2 Procesos de cribados semiautomáticos y automáticos.

Dichos cribados cuentan con un sistema de rastrillos para retiro de sólidos colmatados como se puede visualizar en la ilustración 33: Proceso semiautomático, son diseñados para asumir caudales y concentraciones de aguas elevados. En la actualidad la PTAR El Salitre cuenta con este sistema de cribas semiautomático el cual presenta constantes fallas en diversos aspectos como lo son:

- Sulfatación de circuitos eléctricos de potencia y control: El sistema eléctrico en general se ve afectado por los gases ácidos y corrosivos que emana la recirculación del agua residual, deteriorando los cables y componentes del circuito eléctricos de las rejillas finas semiautomáticas.
- Para el caso de las rejillas finas cuentan con un sistema de translación de rastrillo ineficiente el cual consta de un sistema de poleas con una eslinga de material kevlar de la cual suspende un rastrillo de 200 kg en acero inoxidable 308, dicho rastrillo en múltiples ocasiones se queda atrapado en los barrotes de las rejillas finas generando sobretensiones y desgastando las eslingas y en muchas ocasiones rompiéndolas en su totalidad.
- Adquisición de repuestos: la mayoría de los repuestos para estos equipos son de difícil adquisición y las fallas son muy frecuentes demanda la intervención de cada una de las unidades a diaria.

**Ilustración 33 Proceso semi automático**



**Fuente:** (DEGREMONT, 1997).

#### 2.1.3.1.3 Procesos de cribado automático.

Son equipos los cuales cuentan con sistemas de transmisión de cadena piñón y cuentan con sistemas de control y automatización los cuales garantizan un mejor desempeño y duración frente a los otros tipos de procesos como se visualiza es esquema de la ilustración 34 Proceso automático.

**Ilustración 34 Proceso automático**



**Fuente:** (Lozano - Rivas, UNAD, 2012).

#### 2.1.4 Aplicación del estado del arte.

Luego de visualizar diferentes tipos de soluciones explicadas en la tabla 1: Cuadro comparativo según tipo de limpieza mecánica y numerales correspondientes,

En cuanto a dimensiones, estas ya vienen establecidas por la disposición de la planta, no puede exceder las medidas actuales. La intervención solo podrá afectar la parte interna, los cálculos demuestran la viabilidad técnica. Las condiciones a las que el nuevo diseño será sometido, los requerimientos conceptuales del producto son:

La rejilla fina será constituida por:

Una estructura que soporta la reja y que posee dos cadenas, tipo cremallera, laterales donde se desplaza el rastrillo de limpieza, un cabezal de accionamiento donde se encuentra el motorreductor que acciona una rueda dentada que permite el desplazamiento del rastrillo limpiarreja, un conjunto de limpieza móvil, una lámina raspadora para limpieza del rastrillo, y un armario eléctrico

Su funcionamiento estará basado en un proceso continuo donde hay ciclos que se manejan según disposición del nivel del agua y del operador.



Una vez que se inicia el ciclo de limpieza el rastrillo desciende hasta el fondo del canal por medio de la rueda dentada, accionada por el motorreductor, y de la cremallera. Luego el rastrillo gira sobre la parte posterior de la cremallera penetrando entre los barrotes y luego comienza el ascenso del rastrillo arrastrando los sólidos retenidos en la reja.

Los residuos son expulsados por medio del raspador mecánico, éste se interpone en el recorrido del rastrillo efectuando un movimiento circular hasta el tope del mismo.

Todas estas etapas constituyen el ciclo de limpieza, y se ejecutan en un circuito cerrado, es decir el rastrillo inicia y finaliza la limpieza en el mismo punto y se detiene únicamente en caso de falla.

El equipo cuenta con dos detectores de esfuerzo, el primero envía una alarma al sistema de información del operador y el segundo detiene la operación.

## **2.2 Sostenibilidad.**

El principal objetivo del proyecto sustentado bajo el manual de operación y los requerimientos exigidos para el correcto tratamiento de igual forma teniendo en cuenta los requerimientos y necesidades percibidas el objetivo general se resume en :

Optimizar el proceso de cribado de manera sustentable y eficiente para el retiro de sólidos gruesos y finos de aguas residuales de la PTAR Salitre además proponemos los siguientes objetivos específicos:

- Facilitar el desarrollo y consolidación del tratamiento y recuperación de aguas residuales como alternativa de recuperación de afluentes y contribución de forma técnica, en busca de alternativas para el aseguramiento al desarrollo sostenible.
- Demostrar la capacidad de la planta de agua residual PTAR el salitre para contribuir al saneamiento del río Bogotá y otros afluentes.
- Proporcionar alternativas de desarrollo a las zonas aledañas al proyecto, que contribuyan al aprovechamiento del saneamiento del río Bogotá.
- Cuantificar la cantidad de residuos sólidos removidos.
- Desarrollar nuevas técnicas que permitan aumentar la eficiencia de cada uno de los procesos minimizando los costos de inversión y costos de mantenimiento.
- Caracterizar y mejorar los procesos de operación de tratamientos de aguas residuales en la PTAR El SALITRE, ofreciendo alternativas de

sostenibilidad para el funcionamiento de la compañía y zonas aledañas al proyecto.<sup>22</sup>

Dichos parámetros de sostenibilidad en cada uno de los objetivos son demostrados y analizados en los aspectos social, ambiental y económico atreves de las ilustración 35: Sostenibilidad social, ilustración 36: Sostenibilidad ambiental descritas a continuación.

### **2.2.1 Sostenibilidad Social del Proyecto.**

La sostenibilidad social permite reflejar la integración de diversos factores como lo son: una correcta estrategia, una continua medición del impacto, una evaluación de clima del proyecto, de igual forma una correcta visión a largo plazo del proyecto como se puede visualizar en la [ilustración 35: Sostenibilidad Social.](#)

---

<sup>22</sup> EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTA [en línea]. <http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/AguasyodosDesctecnicatratamiento.doc> , [citado en enero del 2007].

Ilustración 35 Sostenibilidad social

CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB CATEGORÍAS	ELEMENTOS	P	¿POR QUÉ?	I-MC	¿POR QUÉ?	C	¿POR QUÉ?	TOTAL	ACCIÓN PROPUESTA
Sostenibilidad Social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	-2	Se requiere multidisciplinariedad para que haya un complemento en todos los puntos	-3	Es necesario contratar mano de obra para instalación y monitoreo.	-1	Se requiere menos mano de obra para esta fase del proceso.	-6	Contratación de personas adecuadas para cada labor con todas las prestaciones legales.
		Relaciones laborales	-2	Es indispenasble una buena relación para obtener mejores resultados al cumplir con los objetivos	-2	Debe haber una relación óptima para el buen entendimiento de la instalación de los equipos.	-1	Se debe cerrar en buenos términos el contrato para mantener relaciones futuras buenas.	-5	Reuniones parciales. Realización de cuadros tipo DOFA para conocer los pros y contras del equipo de trabajo.
		Salud y seguridad	-1	No incide ampliamente ya que para esta fase, el trabajo es más manual y menos operativo.	-3	Impacto alto positivo ya que en la PTAR se manejan estándares de salud ocupacional.	-1	Las actividades realizadas en esta fase del proyecto no requieren de mayor operación o de gran dificultad.	-5	Implementar seguridad para los empleados en cada fase del proyecto, contratación de personal encargado de salud ocupacional.
		Educación y capacitación	-3	Deben contratarsen las personas adecuadas con la experiencia y conocimiento necesario para cada labor.	-1	En la parte operativa de la instalación, los operarios deben conocer sobre los materiales y mecanismos a implementar.	0	Es de menor impacto esta incidencia en esta fase del proyecto, pues ya todos los conocimientos tuvieron que haberse puesto en marcha con anterioridad.	-4	Reconocer capacidades de las personas y fomentar el escalamiento por medio de la capacitación
		Diversidad e igualdad de oportunidades	-1	La contratación del equipo de trabajo no presenta discriminación en igualdad de oportunidades	-1	Se maneja un orden jerárquico en cargos, pero esto no influye en menor cantidad de oportunidades para unos u otros empleados	0	No aplica, ya que para el cierre no se realizan contrataciones a nuevos empleados, se realiza un balance del trabajo entre el equipo encargado.	-3	El equipo de trabajo debe mostrar solvencia en diferentes actividades y procesos, debe manejar de manera óptima todos los procesos, para así aumentar las oportunidades.
	Derechos humanos	No discriminación	-3	No hay ningún tipo de influencia de raza, religión o preferencia sexual a la hora de la contratación	-3	No hay ningún tipo de influencia de raza, religión o preferencia sexual a la hora de la contratación	0	No hay ningún tipo de influencia de raza, religión o preferencia sexual a la hora de la contratación	-6	No aplica
		Trabajo infantil	0	No hay contrataciones con menores de edad	0	No hay contrataciones con menores de edad	0	No hay contrataciones con menores de edad	0	No aplica
		Trabajo forzoso y obligatorio	0	Todo empleado tanto de PTAR como de los proveedores ingresa bajo su libre conciencia y voluntad.	0	Todo empleado tanto de PTAR como de los proveedores ingresa bajo su libre conciencia y voluntad.	0	Todo empleado tanto de PTAR como de los proveedores ingresa bajo su libre conciencia y voluntad.	0	No aplica
	Sociedad y consumidores	Apoyo de la comunidad	-1	Se requiere mantener presentes las necesidades de la comunidad para que haya menos afectación.	0	Al ubicarse la PTAR a una distancia adecuada de la parte urbana, no afectan ruidos ni nada concerniente a la instalación.	-1	Se pretende que sea muy positiva ya que influirá en la comunidad con cambios técnicos.	-3	Información a la comunidad de implementación del nuevo proyecto y de los beneficios que traerá para ellos.
		Políticas públicas/ cumplimiento	-2	Desde esta primera fase del proyecto se debe dejar definido el tema de pólizas de cumplimiento.	-3	Para esta fase es cuando se debe implementar las pólizas adquiridas para asegurar el alcance del cronograma.	-1	El impacto es mínimo si se cumplió a cabalidad, de lo contrario de deben hacer efectivas.	-6	Tomar las medidas de precaución necesarias para no dejar "desprotegido" el proyecto de posibles fallas en papeleos.
		Salud y seguridad del consumidor	-2	Se debe tener en cuenta para la planeación ya que debe mejorar las condiciones de los operarios y trabajadores de la planta.	-2	Se debe tener en cuenta los factores que puedan afectar a las personas encargadas de la instalación.	-3	El impacto es alto ya que deben ser visibles los cambios benéficos para los operarios de la planta. Debe disminuir riesgos de accidentes.	-7	Tener en cuenta análisis ergonómicos y de riesgos que presentan actualmente los operarios y medir cuanto será la disminución.
		Etiquetas de productos y servicios	-2	Se debe realizar el estado del arte para determinar materiales, detalles y acabados óptimos para la PTAR.	-3	Se deben respetar las especificaciones de cada material y parte a utilizar en la optimización del proceso.	0	No incide ya que todo se encuentra implementado.	-5	Detallar y verificar detalles de materiales. Deben cumplir con todas las especificaciones técnicas estipuladas.
	Comportamiento ético	Prácticas de inversión y abastecimiento	-1	En la fase de planeación debe aclararse cada inversión requerida en todos los aspectos.	-1	Se debe hacer una regulación del abastecimiento de los insumos, pues requiere de control para no tener excesos de presupuesto.	0	Para esta fase del proceso las compras y adquisiciones ya se debieron dar por terminadas.	-2	Realizar matrices y controles regulares para aumentar la certeza de los costos y materiales a usar.
		Soborno y corrupción	+3	Al trabajar con el sector público, es muy factible que se realicen todo tipo de sobornos por adjudicar algún tipo de proyecto.	+1	A la hora de la implementación puede haber cambio de materiales lo cual afecte posteriormente al proyecto.	+1	Si los resultados no son os esperados, puede haber de manera reiterativa un posible soborno para evitar entrar en detalle de los acabados no esperados.	+5	Dejar por escrito de manera clara, todas las especificaciones de materiales, de objetos a utilizar. Contar con personal ético para evitar caer en sobornos.
		Comportamiento antiético.	+2	Se puede evidenciar en la parte de contratación de proveedores.	+1	Se debe evitar la pérdida de insumos en la instalación por parte de los operarios	+1	Firmar aceptados y recibidos sin estar cumpliendo con los requerimientos.	+4	Realización de contratos y listas de chequeo en todas las partes del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Sostenibilidad Ambiental del proyecto.

En cuanto a sostenibilidad ambiental; el mundo en su situación actual promulga un diseño dirigido a la optimización y aprovechamiento máximo de cada uno de los recursos. En la ilustración 36 se definen estrategias y parámetros para la ejecución óptima de dicha sostenibilidad.

Ilustración 36: Sostenibilidad Ambiental.

CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB CATEGORÍAS	ELEMENTOS	P	¿POR QUÉ?	I -MC	¿POR QUÉ?	C	¿POR QUÉ?	TOTAL	OBLIGACIONES LEGALES	ACCIÓN PROPUESTA
Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	-1	Se decide mandar hacer unas partes a proveedores locales y otras a extranjeros.	+1	Los proveedores locales asumen todos los gastos requeridos de su parte de fabricación.	+1	Los proveedores no afectan el cierre pues todo de estar montado y en uso.	+2		Aseguramiento de contratación de proveedores óptimos para las diferentes actividades.
		Viajes	-2	No se requieren desplazamientos largos ya que el proceso se realiza dentro de la PTAR	+2	La instalación se realiza y sin mayores desplazamientos.	0	Se verifica todo dentro de la planta.	0		Desarrollar planes de control de mercancía en viajes largos (proveedores extranjeros) y asegurar la parte legal.
		Transporte	-1	Cortos dentro de la planta para realizar el respectivo análisis.	+2	De las partes mandadas hacer fuera del país, son los traslados más largos.	0	Lo transportes que se requieren dentro de la planta se puede realizar caminando sin convertirse en desplazamientos extensos.	+1		Contar con vehículos dentro de la planta para agilizar tiempos y recorridos.
	Energía	Energía usada	+1	Es un porcentaje mínimo ya que solo incluye objetos electrónicos como computadores, impresoras, y el consumo de energía eléctrica normal de una oficina.	+2	Hay un aumento considerable ya que la instalación requiere de gran número de equipos y de jornadas extensas.	0	No aplica ya que la revisión se realiza en campo.	+3		Estrategias de ahorro de energía. Aprovechamiento de luz solar.
		Emisiones /CO2 por la energía usada	+1		+3		0		+4		
		Retorno de energía limpia	0		0		0		0		
	Residuos	Reciclaje	-1	Los materiales usados como papeles se pueden reciclar y dar un buen fin de vida útil.	+2	Nada de lo usado ni de lo que se retira del espacio tiene otra función, sin embargo	0		-1		
		Reusabilidad	-1	Los papeles desechados son los que puede usarse de nuevo en esta fase del proyecto.	+2	Al tener que cambiarse por completo los equipos, todos los que acaban su vida útil, no tienen una función nuevamente.	0	No genera residuos y por ende no hay que reutilizar.	-1		Generar planes de manejo de residuos, En la fase de implementación, buscar estrategias para un buen uso final de los mismos.
		Energía incorporada	0	Emitida por aparatos como computadores, iPad, USB entre otros	+2	La requerida para el uso de maquinaria pesada y equipos de soldadura. Generación de emisiones.	0	En el uso de los equipos al realizar menor mantenimiento, se reduce la energía utilizada ya que al encender el mecanismos Requiere de mayor voltaje que si estuviera en continuo uso.	+2	Código nacional de recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente. Decreto 2811 de 1974.	Uso de equipos de consuman un menor grado de energía. Estrategias de ahorro a la hora de la instalación.
		Residuos	+1	Los normales de un trabajo de oficina, como hojas de papel, tintas de impresora y objetos de escritura.	+2	Cuando se realiza la instalación, quedan residuos del material metálico a usar (esquirlas), escoria, envases de lubricantes y algunas emisiones.	0	Al finalizar el proceso los residuos mayores son las partes retiradas del cribado. En menor proporción, residuos ordinarios y otros reciclables.	+2	POT. Decreto 619 de 2000	Desarrollar estrategias de disposición de residuos, para cada fase del proyecto.
		Calidad del agua	0	Al ser un proyecto de trabajo en el agua no requiere fuentes adicionales, la más baja calidad del agua es la que va a tratar.	0	Debe aumentar los niveles de remoción por medio de las rejas finas y gruesas.	0	Al realizar comparaciones el nivel de los escombros del agua debe disminuir un 20% con respecto a lo que retiene actualmente.	0	Documento 3320 del consejo nacional de política económica y social.	Realizar estudios comparativos del antes y el después de la remoción de sólidos.
	Agua	Consumo del agua	0	Es neutral, ya que se consume solo lo necesario para trabajo de oficina.	0	Para instalación no se requiere de uso excesivo de agua. Solo el necesario para llaves, lavados de manos, etc.	0	Para el cierre no se requiere del uso de agua.	0	Conformación y funciones de las comisiones conjuntas. Decreto 1604.	No aplica

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3 Sostenibilidad Económica del proyecto.

El último factor de complemento de la triada, es el aspecto económico el cual enfoca y se integra de manera primordial a lo largo del proyecto para ello se definen ciertos elementos los cuales influyen en las diversas ejecuciones y requieren de cierto grado de atención como lo muestras la ilustración 37: Sostenibilidad económica.

Ilustración 37 Sostenibilidad económica

Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	P	¿Por qué?	I - MC	¿Por qué?	C	¿Por qué?	Total	Acción propuesta
Sostenibilidad económica	Retorno de la inversión	Beneficios financieros directos	0		0		0		0	No aplica ya que es una inversión donde la remuneración está dada en la parte social y ambiental de Bogotá.
		Valor presente neto	0		0		0		0	No aplica ya que es una inversión donde la remuneración está dada en la parte social y ambiental de Bogotá.
	Agilidad del negocio	Flexibilidad/Opción en el proyecto								
		Flexibilidad creciente del negocio								
	Estimulación económica	Impacto local económico	- 1	Se evidencia en la inversión que se debe hacer, dada por presupuestos determinados anualmente.	-1	Se evidencia en la inversión que se debe hacer, dada por presupuestos determinados anualmente.	- 1	Se evidencia en la inversión que se debe hacer, dada por presupuestos determinados anualmente.	-3	Se evidencia en la inversión que se debe hacer, dada por presupuestos determinados anualmente.
		Beneficios indirectos	- 2	Evidenciados en la comunidad y que posteriormente con la reforma requiere menos mantenimiento y reduce los costos.	-2	Evidenciados en la comunidad y que posteriormente con la reforma requiere menos mantenimiento y reduce los costos.	- 3	Evidenciados en la comunidad y que posteriormente con la reforma requiere menos mantenimiento y reduce los costos.	-7	Evidenciados en la comunidad y que posteriormente con la reforma requiere menos mantenimiento y reduce los costos.

Fuente: Elaboración propia.



#### 2.2.4 Huella de carbono

La planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre, es la instalación que depura las aguas servidas generadas en la zona norte del Distrito Capital, colectadas a través del sistema de alcantarillado e interceptores que confluyen sobre la cuenca El Salitre. La PTAR El Salitre entró en funcionamiento en septiembre de 2000 y hasta junio de 2004 fue operada bajo la modalidad *BOOT* por la firma BAS; a partir de esa fecha, la PTAR queda a cargo del Acueducto de Bogotá, en conformidad con lo dispuesto por la Alcaldía Mayor de Bogotá que a través del decreto 043 de Febrero 18 de 2004, asignó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la función de operar, mantener y administrar estas instalaciones<sup>23</sup>. Los principales datos de la PTAR se citan a continuación:

Población atendida: 2 200.000 habitantes

Tipo de tratamiento: Primario avanzado químicamente asistido

Caudales de operación: Medio: 4,0 m<sup>3</sup>/s

Máximo: 9,9 m<sup>3</sup>/s

Eficiencia en remoción (Según Licencia Ambiental)

SST: 60% DBO5: 40%

Estabilización de lodos: Tratamiento anaeróbico

Generación de biogás: 13 500 m<sup>3</sup>/d

Generación de biosólidos: 165 t/d.

En la ilustración 38 Huelle de carbono se muestran las mediciones y cálculos de impacto que posee el proyecto para el ambiente.

---

<sup>23</sup> EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTA [en línea]. <http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/AguasylodosDescrpciontratamiento.doc> , [citado en enero del 2007].

Ilustración 38 Huella de carbono

DATOS ACTIVIDAD							FASES	SALIDAS	FACTOR DE EMISIÓN	EMISIÓN CO <sub>2</sub>
ENTRADAS-FUENTE ACTIVIDAD	CANTIDAD	HORAS DE TRABAJO	UN/HORA	UN/DÍA	UNIDAD	CIFRAS (KW)				
Energía Eléctrica						19060	DISEÑO PC's USB	Potencia consumida	0,08	1284,8
PC's	4	10	0,525	0,520	kW	7665			0,08	613,2
Impresoras	2	10	0,670	6,700	kW	4891			0,08	391,28
Plotter	1	2	9,600	9,600	kW	3504			0,08	280,32
Papel (2259 gramos por resma)	1,5	Resma/Mes			kg	40662		Residuos	3	121986
Tinta (juego por cuatro unidades)	4	Juego/año		4,000	juego	4		Residuos Peligrosos		0
Agua							CONSTRUCCIÓN		0,788	3,7257
Persona (144 litro/día	12	10		0,144	m <sup>3</sup>	47280	ELABORACIÓN		0,788	1,3617
Consumo en obra				3	m <sup>3</sup>	1728	Instalación de Compuestas y rejas		0,788	2,364
Perfiles 5,39 kg/m	280		5,39		kg	1509,2		Calor	0	0
Laminas 30,13 kilogramos/ lamina	10		30,13		kg	301,3		Emisiones	0	0
Energía								Residuos	0,08	5215,68
Soldadura	2	7	6	42	kW	65,195			0,08	2452,68
Pulidora	4	8	2,7	21,6	kW	30660			0,08	2522,88
Otros	1			50	kW	31536			0,08	240
Aditivos y lubricantes						3000		Lubricantes	2,48	62
Cableado				45	kg	25		Escoria o coque	0	0
Concreto				120	kg	120				
							Duración 6 meses			
							OPERACIÓN			
Energía					kW	1000	Arranque y Postarranque	Calor	0,166	166
Lubricantes					Gal	4		Emisiones	2,48	9,92
Cableado					kg	25		Envases	0	0
Elementos de potencia y control					un	15		Escoria	0	0
							DURACIÓN 2 meses	TOTAL EMISIONES		6864,11

Fuente: Elaboración propia.

### **2.2.5 Riesgos.**

El proyecto está expuesto a generar una serie de riesgos, por este motivo es necesario evaluarlos y determinar posibles contingencias para cada uno de ellos.

### **2.2.6 Involucrados.**

El proyecto debe estar respaldado por una serie de estudios financieros los cuales hagan viable la realización del mismo, debe evidenciar las mejoras y costos ahorrados después de la implementación. Evaluando los involucrados del proyecto, podemos determinar cómo afecta cada uno de ellos dentro del mismo. Lo que a futuro cercano o lejano podrían convertirse en riesgos potenciales para el desarrollo del proyecto. Ver ilustración 39: Involucrados internos .y matriz de stakeholders. De igual modo evaluamos su influencia dentro del proyecto a través de la matriz influencia correspondiente a la ilustración 40: matriz de análisis de poder-influencia. Posteriormente evaluamos cada uno de los interesados en la ilustración 41: consolidado matriz de poder- influencia.



2.2.6.1.1 Caracterización de los Involucrados internos.

Ilustración 39: Involucrados internos.

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS	RECURSOS Y MANDATOS
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	Minimizar las intervenciones periódicas y correctivas a los equipos.	<ul style="list-style-type: none"><li>Saturación y taponamiento de equipos por saturación de sólidos.</li><li>Los equipos presentan fallas constantes por error lógico o de automatismo; debido a la alta contaminación de ácido sulfhídrico</li><li>El sistema de filtración y retención de solidos de gran tamaño y generando fallas en equipos los cuales se encuentran en la cadena del proceso.</li><li>Los repuestos para mantenimiento del equipos son costosos y de difícil adquisición.</li></ul>	R. Disponibilidad de dinero. R. Mano de obra. R. Conocimiento. M. factibilidad contractual.
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES	Optimizar el sistema de cribado primario y secundario de la planta de tratamiento de aguas residuales el Salitre, obteniendo un mejor índice de remoción de sólidos.	<ul style="list-style-type: none"><li>La insatisfactoria filtración de sólidos en el proceso de cribado primario y secundario afecta las metas planteadas por el departamento operativo de la planta; estas metas consisten en obtener una remoción del 60%. Otra condición que se presenta es la de los equipos fuera de servicio pues en muchas ocasiones los causantes se detectan en el sistema de automatismo o incluso los rastrillos son atascados en los canales debido a los sólidos que circulan por los canales, estos ocasionan desnivelaciones en el equipo, fallas por atascamiento o frenado y en la mayoría de las ocasiones las eslingas que son cintas en fibra las cuales sostienen el rastrillo para tal efecto son cortadas, esto implica que lo repuestos de los equipos caen al agua y consecuentemente se debe activar todo un proceso para intervención del equipo y rescate de los mismos.</li><li>En cuanto a la utilización de la mano de obra en la intervención de dichos equipos se ve un aumento considerable en la logística necesaria para intervenir los equipos; es amplia y requiere asistencia no solo por parte del grupo de mantenimiento si no también asistencia técnica del área operativa de la planta.</li></ul>	R. Disponibilidad de dinero. R. Mano de obra. M. Mandato del ministerio de ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.7 Análisis de poder e influencia del proyecto.

A través de la ilustración 40: Matriz de análisis de poder – influencia, nos permitimos primeramente identificar cada uno de los *stakeholders*, su influencia y su impacto frente al proyecto:

Ilustración 40: Matriz de análisis de poder - influencia.

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
Modernización Proceso Cribado PTAR		MPCPTARS	
		PODER SOBRE EL PROYECTO	
		BAJA	ALTA
INFLUENCIA SOBRE EL PROYECTO	ALTA	<i>Project Manager.</i> Interventor. Comunidad. Prensa. Proveedores.	<i>Sponsor.</i> Gobierno.
	BAJA	Ingeniero Mecánico. Ingeniero Civil. Ingeniero eléctrico. Arquitecto. Abogado. Mecánico. Coordinador montaje. Técnico en demolición. Asistente de arquitectura. Asistente de Proyecto. Electricista. Auxiliar demolición-mecánico. Contratista.	

Fuente. Elaboración propia.

**Ilustración 41 Consolidado de la matriz poder- influencia.**

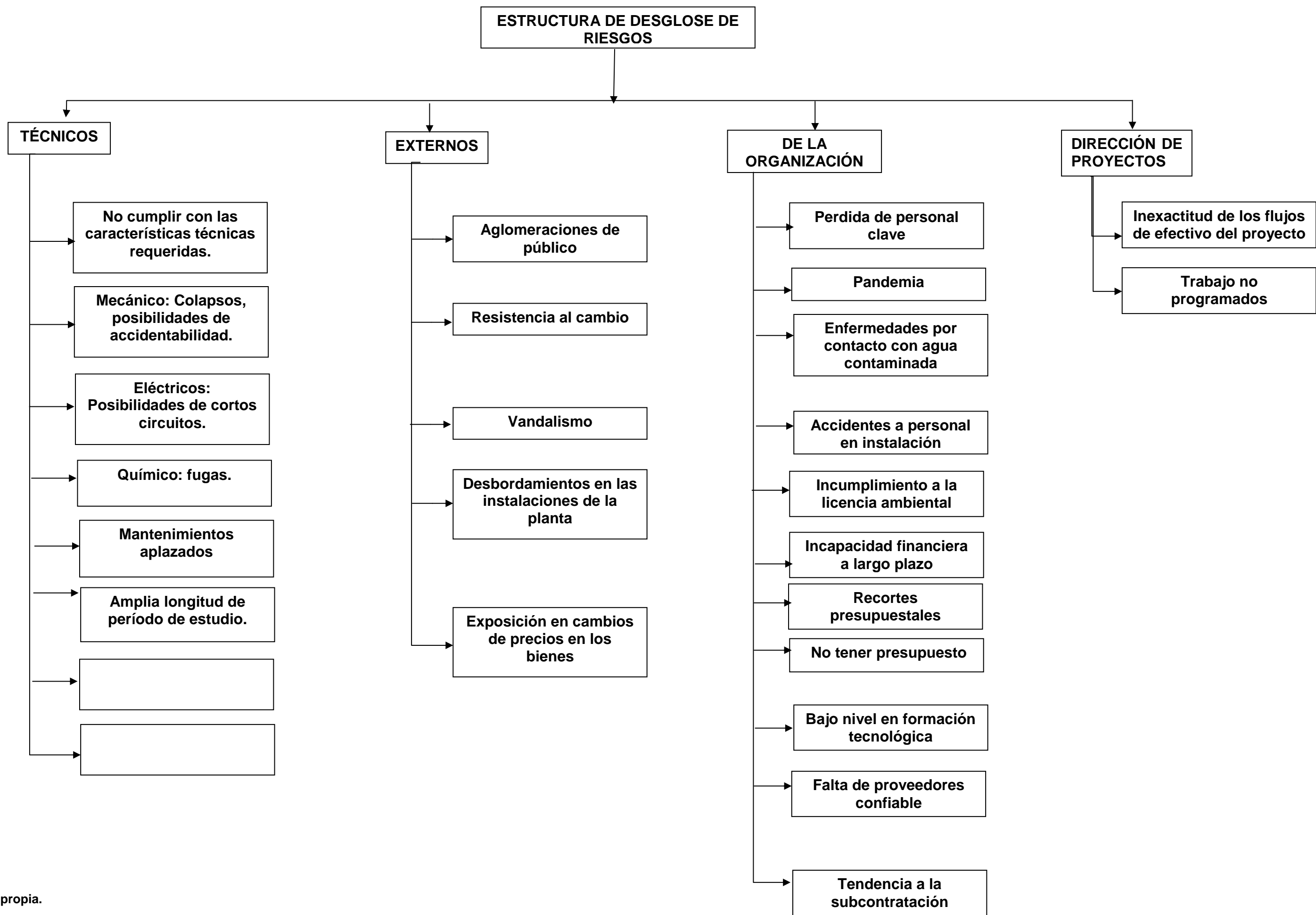
INTERESADO	INFLUENCIA	PODER	ANÁLISIS
<i>Sponsor</i>	Alta	Alta	Gestionar atentamente (Oportunidades y amenazas)
<i>Project Manager</i>	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Ingeniero Mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Ingeniero Civil	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Ingeniero Eléctrico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Arquitecto	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Abogado	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Coordinador montaje	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Técnico en demolición	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Asistente de arquitectura	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Asistente de proyecto	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Electricista	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Auxiliar demolición – mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Contratista	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Interventor	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Comunidad	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Gobierno	Alta	Alta	Gestionar atentamente (Oportunidades y amenazas)
Prensa	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Proveedores	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho

**Fuente: Elaboración propia.**

2.2.8 Estructura de Desglose de Riesgos.

Dentro del proyecto se encuentran identificados riesgos dependiendo su categoría como se muestra en la Ilustración 42: Estructura de desglose de riesgos. De igual modos se ha realizado la valoración cualitativa y cuantitativa de cada uno de ellos resumidos en las [ilustraciones 43: Probabilidad e impacto](#), [ilustración 44: Riesgos 1](#), e [ilustración 45: Riesgos 2](#).

Ilustración 42: Estructura de desglose de riesgos.



Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.9 Matriz de registro en riesgos.

Por medio de la identificación de riesgos y teniendo en cuenta el entorno en que se realizará el proyecto se califican y valoran cada uno de los riesgos en base a la probabilidad de ocurrencia e impacto que pudiese generar en el proyecto como se muestra en las ilustraciones 43: Probabilidad e impacto, ilustración 44: Riesgo 1 e ilustración 45: Riesgo 2.

Ilustración 43 Probabilidad e impacto

PROBABILIDAD E IMPACTO										
PROBABILIDAD	ALTAMENTE PROBABLE	1,260%	2,940%	5,040%	5,880%	9,240%	17,640%	NIVEL DE RIESGO		
	MUY PROBABLE	0,660%	1,540%	2,640%	3,080%	4,840%	9,240%			
	PROBABLE	0,420%	0,980%	1,680%	1,960%	3,080%	5,880%	CALIFICACIÓN	DE	HASTA
	MODERADO	0,360%	0,840%	1,440%	1,680%	2,640%	5,040%			
	RARO	0,210%	0,490%	0,840%	0,980%	1,540%	2,940%	ALTO	0,1351	0,2000
	IMPROBABLE	0,090%	0,210%	0,360%	0,420%	0,660%	1,260%	MEDIO	0,0451	0,1350
		INSIGNIFICANTE	MENOR	MODERADO	MAYOR	CRÍTICO	CATASTRÓFICO	BAJO	0,0351	0,0450
	IMPACTO						MONITOREO	-	0,0350	
PROBABILIDAD						IMPACTO				
DESCRIPCIÓN		SUCESOS	MUESTRA TOTAL	FACTOR	%	DESCRIPCIÓN		FACTOR	%	
IMPROBABLE	De 0 a 15 veces en 100 días	3	100	0,030	3,00	INSIGNIFICANTE		0,03	3,00	
RARO	De 16 a 32 veces en 100 días	7	100	0,070	7,00	MENOR		0,07	7,00	
MODERADO	De 33 a 49 veces en 100 días	12	100	0,120	12,00	MODERADO		0,12	12,00	
PROBABLE	De 50 a 66 veces en 100 días	14	100	0,140	14,00	MAYOR		0,14	14,00	
MUY PROBABLE	De 67 a 83 veces en 100 días	22	100	0,220	22,00	CRÍTICO		0,22	22,00	
ALTAMENTE PROBABLE	De 84 a 100 veces en 100 días	42	100	0,420	42,00	CATASTRÓFICO		0,42	42,00	
ACUMULADO		100		1,000000	100,00	ACUMULADO		1,0000	100,00	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 44: Riesgos 1.

MATRIZ DE RIESGOS													PLAN DE MANEJO- MITIGACIÓN
TIPIFICACIÓN DEL RIESGO				CUALITATIVA						CUANTITATIVO			
				PROBABILIDAD		IMPACTO		NIVEL DE RIESGO		VALOR	PREDECESORA	VME	
TIPOS DE RIESGO	CAUSA	RIESGO	EFFECTO	CALIFICACIÓN	FACTOR	CALIFICACIÓN	FACTOR	FACTOR	CALIFICACIÓN				
OPERACIONALES	DESCONOCER LOS REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO	NO CUMPLIR CON LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS REQUERIDAS, PARA OPTIMIZAR LA REMOSIÓN DE SÓLIDOS EN CADA UNIDAD DE CRIBADO	DESAPROBACIÓN DEL PRODUCTO. CAMBIOS NO CONTEMPLADOS	RARO	0,07	CRÍTICO	0,220	0,0154	ALTO	112.429.600,00	5	-1731415,84	SE DEBEN SOLICITAR LOS INSUMOS REQUERIDOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS POR LOS EQUIPOS DE LA PTAR.
	USAR EQUIPOS QUE HAYAN SOBREPASADO SU VIDA ÚTIL	FALLAS EN EQUIPOS ADQUIRIDOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE CRIBADO	MANTENIMIENTOS QUE INTERFIEREN EN EL CRONOGRAMA	RARO	0,07	CATASTRÓFICO	0,420	0,0294	ALTO	89.000.000,00	N/A	-2616600,00	
	NO SE CUENTA CON LOS EQUIPOS Y PROCESOS NECESARIOS	FALLAS EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTO DEBIDO A TENDENCIAS A LA SUBCONTRATACIÓN DE LABORES	ALZA DE COSTOS POR TERCERIZAR PROCESOS	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	89.000.000,00	N/A	-4307600,00	
	LIMITADA BASE DE DATOS DE PROVEEDORES	FALTA DE PROVEEDORES CONFIABLES	CAMBIOS DE PROVEEDORES A ÚLTIMA HORA	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	112.429.600,00	5	-5441592,64	
	ANÁLISIS LIMITADO DEL ENTORNO DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO	FALLAS EN SERVICIOS BÁSICOS (Luz, Agua, Teléfono, etc.)	RETRASOS EN CRONOGRAMA Y SOBRE COSTOS POR NO CONTAR CON SERVICIOS BÁSICOS	MODERADO	0,12	MAYOR	0,140	0,0168	ALTO	104.933.300,00	56	-1762879,44	
	PLANEACIÓN SESGADA AL PROYECTO	TRABAJO NO PROGRAMADOS	DEMORA EN CRONOGRAMA Y ALZA DE COSTOS	PROBABLE	0,14	MAYOR	0,140	0,0196	ALTO	222.956.700,00	57,81,87	-4369951,32	
	NO SE CUENTA CON CAPACITACIONES ADECUADAS	BAJO NIVEL EN FORMACIÓN TECNOLÓGICA	MAL USO EN LOS NUEVOS EQUIPOS	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	5.353.600,00	38	-269821,44	
	PERSONAL NO ADECUADO PARA LA FASE DE ANÁLISIS	LONGITUD DEL PERIODO DE ESTUDIO	DEMORA EN INICIO DE EJECUCIÓN	PROBABLE	0,14	CRÍTICO	0,220	0,0308	ALTO	5.353.600,00	38	-164890,88	
	PARADAS IMPREVISTAS DE ORDEN DIVERSO.	FALTA DE CUMPLIMIENTO CON LAS FECHAS DE ENTREGA	RETRASOS EN EL PROYECTO	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	\$103.603.200,00	4	-5221601,28	
	NO CONTAR CON ACCIONES CORRECTIVAS DENTRO DEL PROCESO	MANTENIMIENTOS APLAZADOS	AUMENTO DE FALLAS SIN POSIBILIDAD DE CORRECCIÓN	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	23.000.000,00	N/A	-1159200,00	
FINANCIEROS	APROBAR EL PROYECTO EN EL TIEMPO INADECUADO	NO TENER PRESUPUESTO	NO PERMITE EL INICIO DEL PROYECTO O SE DEBE DETENER DURANTE LA EJECUCIÓN	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	112.429.600,00	3	-5666451,84	OPORTUNA PLANEACION DEL PRESUPUESTO
	PRESUPUESTO LIMITADO PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO	RECORTES PRESUPUESTARIOS	REDUCCIÓN EN CAUDAL DE LOS NUEVOS EQUIPOS	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	112.429.600,00		-5666451,84	
	ERRORES EN EL PLAN DE COSTOS	INEXATITUD DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO	SOBRECOSTOS POR PROCESOS NO ESTABLECIDOS	RARO	0,07	CATASTRÓFICO	0,420	0,0294	ALTO	8.826.400,00		-259496,16	
	ALZA O BAJA DEL DÓLAR	EXPOSICIÓN EN CAMBIOS DE PRECIOS EN LOS BIENES	SOBREPASAR EL RANGO DEFINIDO DE PRECIO DEL DÓLAR	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	\$103.603.200,00	4	-5014394,88	
	BAJO FLUJO DE CAJA O Poca EXPERIENCIA DE LOS EMPRESARIOS	INCAPACIDAD FINANCIERA A LARGO PLAZO	RETRASOS DEBIDO A QUE LA EMPRESA NO CUENTA CON CAJA	RARO	0,07	CRÍTICO	0,220	0,0154	ALTO	112.429.600,00	3	-1731415,84	
REGULATORIOS	POSIBLES PARADAS DE PLANTA AL TENER EQUIPOS FUERA DE SERVICIO.	INCUMPLIMIENTO A LA LICENCIA AMBIENTAL POR POSIBLES PARADA DE PLANTA AL TENER EQUIPOS FUERA DE SERVICIO.	PAGAR POLIZAS RESPECTIVAS AL INCUMPLIMIENTO Y RETRASOS QUE GENERE DENTRO DE LA PLANTA	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	112.429.600,00	3	-5666451,84	
DE LA NATURALEZA	AUMENTO DE CAUDAL Y PRESIÓN EN LOS CANALES DE ENTRADA DE LA PLANTA POR TIEMPOS DE INVIERNO	POSIBLES FUGAS EN LAS COMPUERTAS DE CONTENCIÓN (ATAGUÍAS)	ALTO RIESGO DE ACCIDENTALIDAD, SE DEBEN DETENER LAS LABORES	PROBABLE	0,14	CRÍTICO	0,220	0,0308	ALTO	845.770.683,00	34	-26049737,04	
AMBIENTALES	ALTO ÍNDICE DE LLUVIAS	AUMENTO DE NIVELES Y CAUDALES DE CAPTACIÓN EN EL CANAL	AUMENTO DE NIVEL EN EL CANAL, OCASIONANDO PARADAS DE LABORES IMPREVISTAS	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	845.770.683,00	34	-40935301,06	
	POSIBLES PARADAS DE PLANTA AL TENER EQUIPOS FUERA DE SERVICIO.	INCUMPLIMIENTO DE LA META DEFINIDA DE RESMOSIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.	PAGAR POLIZAS RESPECTIVAS AL INCUMPLIMIENTO Y RETRASOS QUE GENERE DENTRO DE LA PLANTA	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	112.429.600,00		-5666451,84	MONITOREO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES
TECNOLÓGICOS	NO TENER LOS INSUMOS DISPONIBLES	DAÑOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS POR NO TENER LOS INSUMOS DISPONIBLES.	ADQUISICIONES NO PROGRAMADAS QUE AUMENTAN COSTOS	MODERADO	0,12	CRÍTICO	0,220	0,0264	ALTO	845.770.683,00	34	-22328346,03	
	FISURAS EN TANQUES QUE CONTIENEN AGUA RESIDUAL	POSIBILIDAD DE FISURAS EN TANQUES QUE CONTIENEN AGUA RESIDUAL	ADQUISICIONES NO PROGRAMADAS QUE AUMENTAN COSTOS	MODERADO	0,12	CATASTRÓFICO	0,420	0,0504	ALTO	845.770.683,00	34	-42626842,42	
	MANIPULACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE EQUIPOS A OPTIMIZAR (VOLTAJES 440V , 120V, 24V, 12V)	POSIBILIDADES DE CORTOS CIRCUITOS EN LA MANIPULACION DEL SISTEMA DE POTENCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE EQUIPOS A OPTIMIZAR, VOLTAJES 440V , 120V , 24V, 12V.	PAGO DE INCAPACIDADES O ENFERMEDADES, ADQUISICIONES NO PROGRAMADAS	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	845.770.683,00	34	-40935301,06	
	MANIPULACIÓN DE LO EQUIPOS (CARGAS PESADAS Y ELEVADAS SUPERIORES A 2 TON)	POSIBILIDADES DE ACCIDENTALIDAD EN LA MANIPULACIÓN DE LO EQUIPOS (CARGAS PESADAS Y ELEVADAS SUPERIORES A 2 TON)	PAGO DE INCAPACIDADES O ENFERMEDADES, ADQUISICIONES NO PROGRAMADAS	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	845.770.683,00	34	-40935301,06	
HUMANO	HURTOS A LA PLANTA POR PARTE DE LA COMUNIDAD ALEDAÑA	VANDALISMO, AFECTACIÓN POR HURTOS O SIMILARES A LA PLANTA POR PARTE DE LA COMUNIDAD ALEDAÑA	NUEVAS COMPRAS. REEMPLAZO DE PARTES. GASTOS NO CONTEMPLADOS	ALTAMENTE PROBABLE	0,42	CRÍTICO	0,220	0,0924	ALTO	300.000.000,00		-27720000,00	
	FALTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL O CAPACITACIONES	ACCIDENTES A PERSONAL EN INSTALACIÓN Y MONTAJE	POSIBLES DEMANDAS, QUEJAS O PAGO DE INCAPACIDADES.	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	150.000.000,00		-7260000,00	
	LIMITADA PROTECCIÓN AL PERSONAL	ENFERMEDADES POR CONTACTO CON AGUA CONTAMINADA	PAGOS MÉDICOS POR INFECCIONES O INCAPACIDADES	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	30.000.000,00		-1452000,00	
	NO REALIZAR LAS VACUNAS RESPECTIVAS DE PREVENCIÓN	PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	INCAPACIDADES Y PAGOS MÉDICOS	MODERADO	0,12	MODERADO	0,120	0,0144	ALTO	15.000.000,00		-216000,00	
	INFORMACIÓN INADECUADA O INCOMPLETA A LA COMUNIDAD	RESISTENCIA AL CAMBIO	MANIFESTACIONES DE RECHAZO O ACCIONES LEGALES CONTRA LA PLANTA	MUY PROBABLE	0,22	CRÍTICO	0,220	0,0484	ALTO	6.000.000,00		-290400,00	
	INCORFORMIDADES APARENTES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	AGLOMERACIONES DE PUBLICO, POR INCORFORMIDADES APARENTES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	RETRASOS EN TIEMPOS DE INSTALACIÓN. REUNIONES EXTRAORDINARIAS.	RARO	0,07	MODERADO	0,120	0,0084	ALTO	112.429.600,00	3	-944408,64	
	MALA ORGANIZACIÓN EN EL EQUIPO. INCONFORMIDADES	PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	NUEVAS CONTRATACIONES DURANTE EL PROCESO	MODERADO	0,12	MODERADO	0,120	0,0144	ALTO	25.353.600,00	38	365091,84	

Fuente: elaboración propia.

Ilustración 45: Riesgo 2

Tipificación del Riesgo				Probabilidad		Cualitativa		Nivel de Riesgo		Cuantitativo					
Tipos de Riesgo	Causa	Riesgo	Efecto	Calificación	Factor	Calificación	Factor	Factor	Calificación	Valor	Predecesora	VME			
Humano	HURTOS A LA PLANTA POR PARTE DE LA COMUNIDAD ALEDAÑA	VINDALISMO, AFECTACIÓN POR HURTOS O SIMILARES A LA PLANTA POR PARTE DE LA COMUNIDAD ALEDAÑA	NUÉVAS COMPRAS, REEMPLAZO DE PARTES, GASTOS NO CONTEMPLADOS	ALTAMENTE PROBABLE	0.42	CRÍTICO	0.220	0.0924	MEDIO	300.000.000,00		-27720000,00			
	FALTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL O CAPACITACIONES	ACCIDENTES A PERSONAL EN INSTALACIÓN Y MONTAJE	POSIBLES DEMANDAS, QUEJAS O PAGO DE INCAPACIDADES	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	150.000.000,00		-7260000,00			
	LIMITADA PROTECCIÓN AL PERSONAL	ENFERMEDADES POR CONTACTO CON AGUA CONTAMINADA	PAGOS MÉDICOS POR INFECCIONES O INCAPACIDADES	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	30.000.000,00		-1452000,00			
	NO REALIZAR LAS VACUNAS RESPECTIVAS DE PREVENCIÓN	PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	INCAPACIDADES Y PAGOS MÉDICOS	MODERADO	0.12	MODERADO	0.120	0.0144	MONITOREAR	15.000.000,00		-216000,00			
	INFORMACIÓN INADECUADA O INCOMPLETA A LA COMUNIDAD	RESISTENCIA AL CAMBIO	MANIFESTACIONES DE RECHAZO O ACCIONES LEGALES CONTRA LA PLANTA	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	6.000.000,00		-290400,00			
	INCORFORMIDADES APARENTES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	AGLOMERACIONES DE PÚBLICO, POR INCORFORMIDADES APARENTES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	RETRASOS EN TIEMPOS DE INSTALACIÓN, REUNIONES EXTRAORDINARIAS	RARO	0.07	MODERADO	0.120	0.0084	MONITOREAR	112.429.600,00	3	-844408,64			
	MALA ORGANIZACIÓN EN EL EQUIPO, INCORFORMIDADES	PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	NUÉVAS CONTRATACIONES DURANTE EL PROCESO	MODERADO	0.12	MODERADO	0.120	0.0144	MONITOREAR	25.353.600,00	38	365091,84			
Oportunidades	LOS PROYECTOS CUYO OBJETO DE CARÁCTER AMBIENTAL RECIBEN EXONERACIÓN DE IMPUESTOS	DECLARAR EL PROYECTO EXCENTO DE IMPUESTOS	AHORRO SIGNIFICATIVO	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	550.000.000,00		26620000,00			
	LOS EQUIPOS ADQUIRIDOS ARRIVADOS Y ENSAMBLADOS MODULARMENTE FACILITAN EL MONTAJE	LA DURACIÓN DEL PROYECTO SEA INFERIOR A LO PLANIFICADO	AHORRO SIGNIFICATIVO	PROBABLE	0.14	MAyOR	0.140	0.0196	MONITOREAR	20.000.000,00		392000,00			
	ACTIVIDADES Y LABORES LOGÍSTICAMENTE BIEN PLANEADAS, PERSONAL CAPACITADO	NO SE PRESENTE NINGUN ACCIDENTE LABORAL	AHORRO SIGNIFICATIVO	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	20.000.000,00		968000,00			
	ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS INTERESADAS EN PARTICIPAR EN PROYECTO DE ESTA MAGNITUD	ENCONTRAR MÚLTIPLES INVERSIONISTAS O ENTES SIN ANIMO DE LUCRO		PROBABLE	0.14	MODERADO	0.120	0.0168	MONITOREAR	100.000.000,00		1680000,00			
	MONTAJES EFECTUOS CON PROTOCOLOS DE PRUEBA SATISFACTARIOS	REDUCIR FALLAS EN EQUIPOS POSTERIORES AL PROCESO DE LAS UNIDADES DE CRIBADO	AHORRO SIGNIFICATIVO	MUY PROBABLE	0.22	CRÍTICO	0.220	0.0484	MEDIO	45.000.000,00		2178000,00			
PROBABILIDAD				TOTAL CONTINGENCIA					(241.811.507,67)						
	ALTAMENTE PROBABLE	1.200%	2.940%	5.040%	5.880%	9.240%	17.640%	NIVEL DE RIESGO							
	MUY PROBABLE	0.600%	1.540%	2.640%	3.080%	4.840%	9.240%								
	PROBABLE	0.420%	0.980%	1.680%	1.960%	3.080%	5.880%	CALIFICACION	DE	HASTA					
	MODERADO	0.360%	0.840%	1.440%	1.680%	2.640%	5.040%								
	RARO	0.210%	0.490%	0.840%	0.980%	1.540%	2.940%	ALTO	0.1101	0.2008					
	IMPROBABLE	0.090%	0.210%	0.360%	0.420%	0.600%	1.260%	MEDIO	0.0451	0.1350					
		INSIGNIFICANTE	Menor	MODERADO	Mayor	CRÍTICO	CATASTRÓFICO	BAJO	0.0351	0.0450					
				IMPACTO				MONITOREAR	-	0.0350					
PROBABILIDAD								IMPACTO							
DESCRIPCION		SUCESOS	MUESTRA TOTAL	FACTOR		%		DESCRIPCION		FACTOR		%			
IMPROBABLE	De 0 a 15 veces en 100 días	3	100	0.030	3.00		INSIGNIFICANTE		0.0300	3.0000					
RARO	De 16 a 32 veces en 100 días	7	100	0.070	7.00		Menor		0.0700	7.0000					
MODERADO	De 33 a 45 veces en 100 días	12	100	0.120	12.00		MODERADO		0.1200	12.0000					
PROBABLE	De 50 a 65 veces en 100 días	14	100	0.140	14.00		MAyOR		0.1400	14.0000					
MUY PROBABLE	De 67 a 83 veces en 100 días	22	100	0.220	22.00		CRÍTICO		0.2200	22.0000					
ALTAMENTE PROBABLE	De 84 a 100 veces en 100 días	47	100	0.420	42.00		CATASTRÓFICO		0.4200	42.0000					

Fuente: Elaboración propia

En la presenta unidad se procederá a realizar el análisis económico- financiero del proyecto, el análisis expondrá a continuación la factibilidad económica del proyecto “MODERNIZACION DE LA UNIDAD DE PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR SALITRE”.

El proyecto debe estar respaldado por una serie de estudios financieros los cuales proyecten la viabilidad de la realización del mismo, debe evidenciar las mejoras y costos ahorrados que vendran despues de la implementación. Para comenzar se procederá a describir y a definir los entregables y actividades mas destacables a traves de la Estructura de Descomposición de Trabajo (EDT).

### **2.3 Estudio económico y financiero.**

A continuación expresamos y definimos parámetros diversos los cuales permiten concluir la justificación económico-financiera para la realización del proyecto

#### **2.3.1 EDT.**

En la Estructura de Descomposición de Trabajo diseñada y orientada hacia los entregables más destacados dentro del proyecto expuestos en la ilustración 46: EDT.

Nuestra cuenta de control se llevará a cabo en el tercer nivel de desagregación de la EDT. Es decir, donde encontramos actividades tales como, informes de avance del proyecto, reuniones de coordinación periódica entre otras como:

- Definiciones técnicas y legales
- Reportes
- Auditorias
- Instalación
- Montajes
- Pruebas
- Recursos del proyecto.

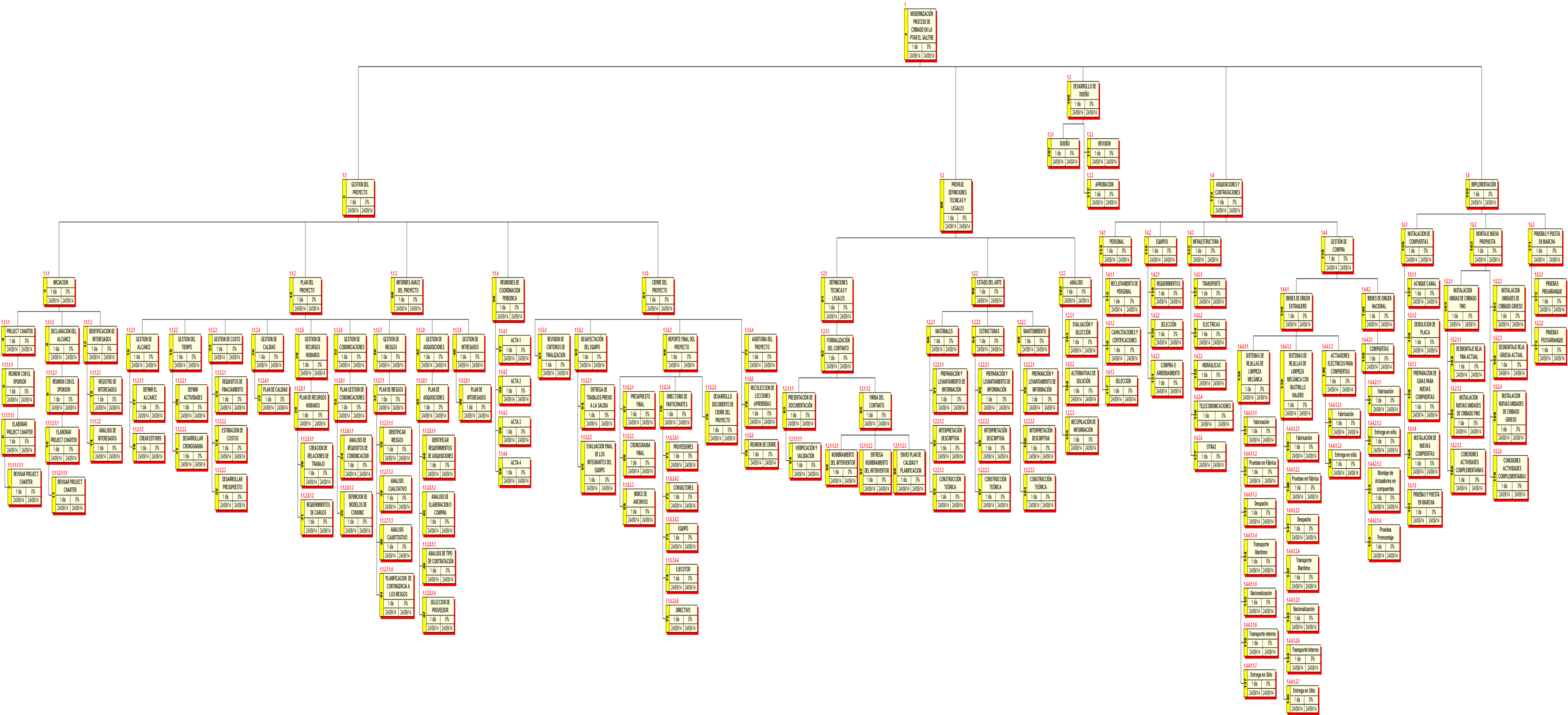


Para el desarrollo de este proyecto, definimos los recursos de trabajo, costo o material según fuese el caso para cada actividad, con el fin de establecer costos y requerimientos de cada aspecto. Inicialmente en la ilustración 47: hoja de recursos se visualizan los recursos empleados en el proyecto, presentamos la hoja de recursos que se ha establecido por medio de la herramienta Microsoft Project, consecuentemente calculamos y damos a conocer a través de esta herramienta los costos estimados en cada una de las actividades reflejadas en las ilustraciones 47: Hoja de recursos ,48: Recursos por actividad 1, 49: Recursos por actividad 2, [50: Recursos por actividad 3](#), y 51 : Recursos por actividad 4.

2.3.1.1 Estructura de Descomposición de trabajo del proyecto.

Con el objeto de primeramente definir los objetivos del proyecto y optimizar la planificación del proyecto y su correcto desglose, se define a continuación la estructura de descomposición del trabajo del proyecto:

Ilustración 46: EDT



Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Recursos empleados.

Con el objeto de identificar y dar a conocer los recursos empleados se construye la siguiente ilustración 47: Hoja de recursos.

Ilustración 47 Hoja de recursos

NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	ETIQUETA DE MATERIAL	INICIALES	CAPACIDAD MÁXIMA	TASA ESTÁNDAR	ACUMULAR
Agua	Costo		H2O			Prorratio
Servicio de PH	Costo		SPH			Prorratio
Transporte	Costo		Transpor.			Prorratio
Rotomartillo	Costo		Rotormar			Prorratio
Pulidora	Costo		Pulidora			Prorratio
Equipo de soldadura	Costo		Equipo.Sold			Prorratio
energía	Costo		Energ			Prorratio
Telecomunicaciones	Costo		Telec			Prorratio
Otros gastos	Costo		Otrosgastos			Prorratio
Cemento	Material	x bulto	Cemento		\$ 24.000,00	Prorratio
Arena	Material	x metro cuadrado	Ar		\$ 47.000,00	Prorratio
Epóxico	Material	x unidad	Epoxic		\$ 32.000,00	Prorratio
Varilla	Material	x unidad	Varilla		\$ 12.000,00	Prorratio
Motor	Material		Motor		\$ 800.000,00	Prorratio
Mixto	Material	x metro cuadrado	Mixto		\$ 42.000,00	Prorratio
Grouting	Material	x kilo	Grouting		\$ 2.310,00	Prorratio
Poliacrilamida	Material	x bidon	policriamida		\$ 4.500,00	Prorratio
Perfil en U inoxidable 4"	Material	x metro	PU4		\$ 4.500.000,00	Prorratio
Platina inoxidable 25mm x 2m	Material	x metro	P25		\$ 22.000,00	Prorratio
Sistema de Transmisión	Material	x unidad	ST		\$ 3.000.000,00	Prorratio
Lámina inoxidable calibre 16	Material	x metro	L308C16		\$ 600.000,00	Prorratio
Polipastos	Material	x unidad	Polis		\$ 3.200.000,00	Prorratio
Monorrieles	Material	x unidad	Monor		\$ 1.250.000,00	Prorratio
Tornillería	Material	x unidad	T		\$ 1.200,00	Prorratio
Alambre	Material	x chipa	Alambre		\$ 4.000,00	Prorratio
Cable	Material	x metro	Cable		\$ 2.000,00	Prorratio
cilindro hidráulico	Material	x unidad	c		\$ 3.000.000,00	Prorratio
Ingeniero Mecánico	Trabajo		Ing. Mec	4	\$ 12.600,00/hora	Prorratio
Técnico en Demolición	Trabajo		Tec.Demo	2	\$ 4.300,00/hora	Prorratio
Coordinador Montaje	Trabajo		Coo.Montaje	3	\$ 4.300,00/hora	Prorratio
Auxiliar Demolición	Trabajo		AsistDemo	3	\$ 3.700,00/hora	Prorratio
Mecánico	Trabajo		M	4	\$ 4.160,00/hora	Prorratio
Auxiliar Mecánico	Trabajo		AuxMecanic	4	\$ 3.700,00/hora	Prorratio
Abogado	Trabajo		Abog	2	\$ 4.400,00/hora	Prorratio
Arquitecto	Trabajo		Arquit	3	\$ 4.300,00/hora	Prorratio
Representante legal	Trabajo		RL	1	\$ 16.000,00/hora	Prorratio
Electricista	Trabajo		TecElec	2	\$ 4.160,00/hora	Prorratio
Asistente de proyecto	Trabajo		Asistproyec	8	\$ 8.000,00/hora	Prorratio
Asistente de Arquitectura	Trabajo		AsistArquit	4	\$ 8.000,00/hora	Prorratio
Gerente del proyecto	Trabajo		GP	1	\$ 14.000,00/hora	Prorratio
interventor	Trabajo		INTERV.	1	\$ 0,00/hora	Prorratio
Ingeniero civil	Trabajo		Ing. Civ	2	\$ 12.600,00/hora	Prorratio
Ingeniero eléctrico	Trabajo		Ing. Elec	2	\$ 12.600,00/hora	Prorratio
Sponsor	Trabajo		S	1	\$ 0,00/hora	Prorratio

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”

Ilustración 48: Recurso por actividad 1.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	PREDECESORAS	NOMBRES DE LOS RECURSOS
MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE	1166,04 días		
GESTIÓN DEL PROYECTO	1166,04 días		
INICIACIÓN	23,04 días		
PROJECT CHARTER	1,17 días		
REUNIÓN CON EL SPONSOR	3,33 horas		Sponsor;Gerente del proyecto;Asistente de Arquitectura
ELABORAR PROJECT CHARTER	4 horas		5 Asistente de proyecto
REVISAR PROJECT CHARTER	2 horas		6 Gerente del proyecto;Sponsor
DECLARACIÓN DEL ALCANCE	0,63 días		
REUNIÓN CON EL SPONSOR	2 horas	5;10	Sponsor;Gerente del proyecto;Asistente de proyecto[2]
ELABORAR DECLARACIÓN DE ALCANCE	3 horas		5 Asistente de proyecto
REVISAR ALCANCE	2 horas		10 Sponsor;Gerente del proyecto
IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS	22 días		
REGISTRO DE INTERESADOS	8 días		11 Asistente de proyecto[2]
ANÁLISIS DE INTERESADOS	17 días	13CC+5 días	
PLAN DEL PROYECTO	698,96 días		
GESTIÓN DE ALCANCE	60 días		
DEFINIR EL ALCANCE	15 días	7;9;14	Asistente de proyecto[2]
CREAR EDT/WBS	45 días		17 Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DEL TIEMPO	30 días		
DEFINIR ACTIVIDADES	30 días		18 Asistente de proyecto[2]
DESARROLLAR CRONOGRAMA	12,5 días	20CC+15 días	Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DEL COSTO	38 días		
REQUISITOS DE FINANCIAMIENTO	17,5 días	21CC+12 días	Asistente de proyecto[2]
ESTIMACIÓN DE COSTOS	33 días	23CC+5 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
DESARROLLAR PRESUPUESTO	28 días	23CC+10 días;24CC+2 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
GESTIÓN DE CALIDAD	6 días		
PLAN DE CALIDAD	6 días		21 Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	18,5 días		Asistente de proyecto[2]
PLAN DE RECURSOS HUMANOS	6 días	21;25	Asistente de proyecto[2]
CREACIÓN DE RELACIONES DE TRABAJO	7,5 días	29CC+2 días	Asistente de proyecto[2]
REQUERIMIENTOS DE CARGO	9 días		30 Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DE COMUNICACIONES	555,46 días		
PLAN GESTIÓN DE COMUNICACIONES	9 días	31;27	Asistente de proyecto[2]
ANÁLISIS DE REQUISITOS DE COMUNICACIÓN	48 días	33CC+3 días	Asistente de proyecto[2]
DEFINICIONES DE MODELOS DE COMUNICACIÓN	5 días	34CC+5 días	Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DE RIESGOS	16,5 días		
PLAN DE RIESGOS	15 días		35
IDENTIFICAR RIESGOS	6 días	37CC+3 días	Asistente de proyecto[2]
ANÁLISIS CUALITATIVO	6 días	38CC+2 días	Asistente de proyecto[2]
ANÁLISIS CUANTITATIVO	6 días	39CC+2 días	Asistente de proyecto[2]
PLANIFICACIÓN DE CONTINGENCIA A LOS RIESGOS	7,5 días	40CC+2 días	Asistente de proyecto[2]
GESTIÓN DE ADQUISICIONES	22 días		
PLAN DE ADQUISICIONES	22 días	41CC+14 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ADQUISICIONES	10 días	43CC+3 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
ANÁLISIS DE ELABORACIÓN O COMPRA	12 días	44CC+3 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
ANÁLISIS DE TIPO DE CONTRATACIÓN	13 días	45CC+3 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
SELECCIÓN TIPO DE PROVEEDOR	10 días	46CC+3 días	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto
GESTIÓN DE INTERESADOS	8 días		
PLAN DE INTERESADOS	8 días		47 Asistente de proyecto[2]
INFORMES DEL ESTADO DEL PROYECTO	769 días		
INFORME 1 FINALIZACIÓN ETAPA INICIO	2 días		57 Asistente de proyecto[2]
INFORME 2 FINALIZACIÓN PLANES	2 días		58 Asistente de proyecto[2]
INFORME 3 FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días		59 Asistente de proyecto[2]
INFORME 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días		60 Asistente de proyecto[2]
INFORME 5 FINALIZACIÓN IMPLEMENTACIÓN	2 días		61 Asistente de proyecto[2]
REUNIONES DE COORDINACIÓN PERIÓDICA	769 días		
REUNIÓN 1: FINALIZACIÓN ETAPA DE INICIO	2 días		14 Asistente de proyecto;Gerente del proyecto;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Ingeniero civil;Sponsor;interventor
REUNIÓN 2: FINALIZACIÓN PLANES	1,33 días		89 interventor;Gerente del proyecto;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Arquitecto
REUNION 3: FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días		106 Ingeniero Mecánico;Gerente del proyecto;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;interventor;Sponsor
REUNION 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días		155 Asistente de proyecto;Ingeniero eléctrico
REUNION 5: FINALIZACIÓN IMPLEMENTACIÓN	2 días		171 Arquitecto;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
CIERRE DEL PROYECTO	217 días		
REVISIÓN DE CRITERIOS DE FINALIZACIÓN	18 días	174FF+2 días;55;51;52;53;54	interventor;Abogado;Arquitecto;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto[2];Coordinador Montaje;Gerente del proyecto;Otros gastos[\$ 1.200.000,00]
DESAFECTACIÓN DEL EQUIPO	24 días		
ENTREGA DE TRABAJOS PREVIA A LA SALIDA	12 días		63 Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
EVALUACIÓN FINAL DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO	12 días		65 Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
REPORTE FINAL DEL PROYECTO	20 días		66 Arquitecto;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto;Gerente del proyecto
PRESUPUESTO FINAL	30 días	67CC+5 días	Gerente del proyecto;Asistente de proyecto
CRONOGRAMA FINAL	24 días	68CC+3 días	Gerente del proyecto;Asistente de proyecto
INDICE DE ARCHIVOS	30 días		67 Gerente del proyecto;Asistente de proyecto
DIRECTORIO DE PARTICIPANTES	45 días		
PROVEEDORES	5 días		70 Asistente de proyecto;Pulidora
CONSULTORES	5 días	70CC+2 días	Asistente de proyecto
EQUIPO	5 días	70CC+2 días	Asistente de proyecto
EJECUTOR	5 días	70CC+2 días	Asistente de proyecto
DIRECTIVO	5 días	70CC+2 días	Asistente de proyecto

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”



Ilustración 49: Recurso por actividad 2.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	PREDECESORAS	NOMBRES DE LOS RECURSOS
DESARROLLO DOCUMENTO DE CIERRE DEL PROYECTO	16 días	76;72;73;74;75;69	Asistente de proyecto;Coordinador Montaje;Gerente del proyecto;Otros gastos[\$ 5.000.000,00]
AUDITORÍA DEL PROYECTO	7 días	77	Gerente del proyecto;Abogado;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto[4];interventor;Otros gastos[\$ 900.000,00]
RECOLECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS	10 días	78CC+5 días	Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Otros gastos[\$ 600.000,00]
REUNIÓN DE CIERRE	2 días	77;79	
PROFASE DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES	151 días		
DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES	55 días		
FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	55 días		
PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	20 días		
VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE DOCUMENTOS	20 días	7;11;49	Gerente del proyecto;Abogado[2];Otros gastos[\$ 600.000,00];Asistente de proyecto
FIRMA DEL CONTRATO	35 días		
NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	8 días	85	Representante legal;Gerente del proyecto;Abogado[2];interventor
ENTREGA NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	12 días	85;87	interventor
ENVIO PLAN DE CALIDAD Y PLANIFICACIÓN	15 días	88	interventor;Gerente del proyecto;Asistente de proyecto;Abogado;Otros gastos[\$ 600.000,00]
ESTADO DEL ARTE	40 días		
MATERIALES	37 días		
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	87;88;89	Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 3.000.000,00]
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	92CC+17 días	Asistente de proyecto[2];Ingeniero Mecánico;Otros gastos[\$ 8.000.000,00]
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	93CC+5 días	Mecánico;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 900.000,00]
ESTRUCTURAS	40 días		
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	87;88;89	Ingeniero civil;Arquitecto;Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 800.000,00]
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	96CC+17 días	Asistente de proyecto;Ingeniero civil;Arquitecto;Otros gastos[\$ 750.000,00]
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	18 días	97CC+5 días	Asistente de proyecto;Ingeniero civil;Arquitecto;Otros gastos[\$ 800.000,00]
MANTENIMIENTO	37 días		
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	87;88;89	Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 850.000,00]
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	5 días	100CC+17 días	Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 850.000,00]
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	101CC+5 días	Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 650.000,00]
ANÁLISIS	56 días		
EVALUACIÓN Y SELECCIÓN	21 días	94;98;101	Abogado[2];Arquitecto[2];Asistente de proyecto[2];Ingeniero civil;Auxiliar Mecánico;Gerente del proyecto;Otros gastos[\$ 700.000,00]
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	20 días	104CC+5 días	Gerente del proyecto;Ingeniero civil;Ingeniero Mecánico;interventor;Arquitecto;Otros gastos[\$ 750.000,00]
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	15 días	105	Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Otros gastos[\$ 800.000,00]
DESARROLLO DE DISEÑO	130 días		
DISEÑO	125 días		
VISITAS DE CAMPO	70 días	106	Asistente de Arquitectura[4];Arquitecto[2];Asistente de proyecto[2];Ingeniero civil[2];Ingeniero Mecánico[2];Otros gastos[\$ 850.000,00]
DISEÑO DE REJAS Y COMPUERTAS	70 días	109CC+55 días	Arquitecto;Ingeniero Mecánico;Coordinador Montaje;Asistente de proyecto[3];Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Otros gastos[\$ 25.000.000,00]
APROBACIÓN DE DISEÑOS PARA FABRICACIÓN	2 días	110CC+45 días	Arquitecto;Ingeniero Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;interventor;Gerente del proyecto;Otros gastos[\$ 18.000.000,00]
REVISIÓN	16 días	111	
APROBACIÓN	12 días	112	
ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES	243,5 días		
PERSONAL	27 días		
RECLUTAMIENTO DE PERSONAL	4 días	106;111	Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 5.000.000,00]
SELECCIÓN	3 días	116	Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 7.000.000,00]
CAPACITACIONES Y CERTIFICACIONES	20 días	117	
EQUIPOS	45,5 días		
REQUERIMIENTOS	13,33 días	106;111	Asistente de proyecto[3];Asistente de Arquitectura;Otros gastos[\$ 13.500.000,00]
SELECCIÓN	8 días	120	Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Otros gastos[\$ 11.000.000,00];Abogado
COMPRA O ARRENDAMIENTO	6 días	121	Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto[2];Otros gastos[\$ 84.999.997,44];Rotomartillo[\$ 17.000.000,00];Servicio de PH[\$ 60.000.000,00];Equipo de soldadura[\$ 15.000.000,00];Epóxico[35 x unidad]
INFRAESTRUCTURA	30 días		
TRANSPORTE	15 días	106;111	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 44.999.997,44]
ELÉCTRICAS	15 días	106;111	Asistente de proyecto;energía[\$ 15.000.000,00];Otros gastos[\$ 6.000.000,00]

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”

Ilustración 50: Recurso por actividad 3.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	PREDECESORAS	NOMBRES DE LOS RECURSOS
HIDRÁULICAS	15 días	124;111	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 8.000.000,00]
TELECOMUNICACIONES	12 días	125;111	Asistente de proyecto;Telecomunicaciones[\$ 6.000.000,00];Otros gastos[\$ 2.000.000,00]
OTRAS	15 días	124;111	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 3.500.000,00]
GESTIÓN DE COMPRA	198 días		
BIENES DE ORIGEN EXTRANJERO	198 días		
SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA	198 días		
Fabricación	120 días	106;122;126;128;127;113	Otros gastos[\$ 1.099.999.969,28]
Pruebas en Fábrica	10 días	132	Abogado;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto;Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;interventor;Otros gastos[\$ 9.000.000,00]
Despacho	20 días	133	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 15.000.000,00]
Transporte Marítimo	15 días	134	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 12.000.000,00]
Nacionalización	15 días	135	Abogado;Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 60.000.000,00]
Transporte interno	10 días	136	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 4.500.000,00]
Entrega en Sitio	8 días	137	Arquitecto;Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto;Ingeniero eléctrico
SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA CON RASTRILLO VIAJERO	194 días		
Fabricación	95 días	106;122;113	Otros gastos[\$ 600.000.020,48];Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
Pruebas en Fábrica	10 días	140	Abogado;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto;Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;interventor;Otros gastos[\$ 6.000.000,00]
Despacho	20 días	141	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 15.000.000,00]
Transporte Marítimo	15 días	142	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 1.500.000,00]
Nacionalización	15 días	143	Abogado;Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 15.000.000,00]
Transporte Interno	10 días	144	Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 3.000.000,00]
Entrega en Sitio	1 día	145	Arquitecto;Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto;Ingeniero eléctrico;Otros gastos[\$ 5.000.000,00]
ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA COMPUERTAS	80 días		
Fabricación	60 días	106;122	Otros gastos[\$ 25.000.000,00]
Entrega en Sitio	20 días	148	Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Asistente de proyecto;Otros gastos[\$ 500.000,00]
BIENES DE ORIGEN NACIONAL	119 días		
COMPUERTAS	119 días		
Fabricación	90 días	106;122	Otros gastos[\$ 95.500.001,28]
Entrega en sitio	13 días	152	Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Auxiliar Mecánico;Otros gastos[\$ 6.000.000,00]
Montaje de Actuadores en compuertas	8 días	149;153	Auxiliar Mecánico;Mecánico;Ingeniero Mecánico
Pruebas premontaje	8 días	154	Mecánico;Auxiliar Mecánico;Electricista
IMPLEMENTACIÓN	224 días		
INSTALACIÓN DE COMPUERTAS	120 días		
ACHIQUE DE CANAL	60 días	152;138;146;118	Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Auxiliar Demolición ;Auxiliar Mecánico;Electricista;Otros gastos[\$ 5.000.000,00]
DEMOLICIÓN DE PLACA	13 días	158	Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Auxiliar Demolición ;Mecánico;Electricista;energía[\$ 600.000,00];Rotomartillo[\$ 1.600.000,00]
PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	17 días	159	Ingeniero civil;Auxiliar Demolición ;Técnico en Demolición;Arena[5 x metro cuadrado];Alambre[2 x chipa];Agua[\$ 500.000,00];Cemento[8 x bulto];Grouting[50 x kilo];Epóxico[34 x unidad]
INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	21 días	155;160	Auxiliar Demolición ;Auxiliar Mecánico;Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Mecánico[3];Mixto[5 x metro cuadrado];Cemento[10 x bulto];Grouting[32,5 x kilo]
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	23 días	161CC+7 días	Mecánico;Electricista[2];Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
MONTAJE NUEVA PROPUESTA	194 días		
INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO	70 días		
DESMONTAJE REJA FINA ACTUAL	25 días	162	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;energía[\$ 150.000,00];Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO FINO	45 días	165CC+15 días	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	45 días	166CC+10 días	Ingeniero Mecánico;Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Mecánico;Servicio de PH[\$ 2.500.000,00]

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	PREDECESORAS	NOMBRES DE LOS RECURSOS
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>224 días</b>		
<b>INSTALACIÓN DE COMPUERTAS</b>	<b>120 días</b>		
ACHIQUE DE CANAL	60 días	152;138;146;118	Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Auxiliar Demolición ;Auxiliar Mecánico;Electricista;Otros gastos[\$ 5.000.000,00]
DEMOLICIÓN DE PLACA	13 días	158	Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Auxiliar Demolición ;Mecánico;Electricista;energía[\$ 600.000,00];Rotomartillo[\$ 1.600.000,00]
PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	17 días	159	Ingeniero civil;Auxiliar Demolición ;Técnico en Demolición;Arena[5 x metro cuadrado];Alambre[2 x chipa];Agua[\$ 500.000,00];Cemento[8 x bulto];Grouting[50 x kilo];Epóxico[34 x unidad]
INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	21 días	155;160	Auxiliar Demolición ;Auxiliar Mecánico;Técnico en Demolición;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Mecánico[3];Mixto[5 x metro cuadrado];Cemento[10 x bulto];Grouting[32,5 x kilo]
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	23 días	161CC+7 días	Mecánico;Electricista[2];Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico
<b>MONTAJE NUEVA PROPUESTA</b>	<b>194 días</b>		
<b>INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO</b>	<b>70 días</b>		
DESMONTAJE REJA FINA ACTUAL	25 días	162	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;energía[\$ 150.000,00];Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO FINO	45 días	165CC+15 días	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	45 días	166CC+10 días	Ingeniero Mecánico;Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Mecánico;Servicio de PH[\$ 2.500.000,00]
<b>INSTALACIÓN UNIDADES DE CRIBADO GRUESO</b>	<b>75 días</b>		
DESMONTAJE REJA GRUESA ACTUAL	25 días	146	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;energía[\$ 150.000,00];Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO GRUESO	60 días	169CC+15 días	Ingeniero Mecánico;Técnico en Demolición;Auxiliar Demolición ;Electricista;Rotomartillo;Pulidora;Auxiliar Mecánico;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Servicio de PH[\$ 3.000.000,00]
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	20 días	170CC+30 días	Ingeniero Mecánico;Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero eléctrico;Mecánico;Servicio de PH[\$ 2.500.000,00]
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>30 días</b>		
PRUEBAS PREARRANQUE	15 días	167;171	Arquitecto;Asistente de Arquitectura;Asistente de proyecto;Auxiliar Mecánico;Coordinador Montaje;Ingeniero civil;Ingeniero eléctrico;Ingeniero Mecánico;Mecánico;interventor
PRUEBAS POSTARRANQUE	15 días	173	Coordinador Montaje;Auxiliar Mecánico;Electricista;interventor



### 2.3.3 Costos empleados.

Después de haber descrito y definido los recursos para cada una de las actividades necesarias para el proyecto, describimos la inversión necesaria para el proyecto.

### 2.3.4 Inversión.

La inversión que el proyecto requiere para su ejecución considerando varios costos, gastos y activos necesarios, definido a través de herramientas de programación y cálculo se ha estimado que el valor total de inversión es de 2.756'078.141,44. El cronograma de gastos por actividad se puede visualizar en la Ilustración 52: Costos por actividad 1 e Ilustración 53: Costos por actividad 2 respectivamente.

<b>MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE</b>	<b>2.756.078.141,44</b>
---	-------------------------

El presupuesto que la planta dispone para la realización de este proyecto, es de \$2.985.000.000 millones de pesos, dicho presupuesto es producto de la planificación presupuestal del año. En vista que el presupuesto del proyecto en este caso es inferior, el excedente es establecido para la reserva de contingencia.

#### 2.3.4.1 Fuentes y usos de fondos.

La fuente de los recursos destinados para el proyecto de modernización de la maquinaria para el proceso de cribado de la PTAR, proviene de recursos públicos, y de su planificación presupuestal anual, debido a la naturaleza de la entidad promotora. Previamente se realiza una asignación presupuestal para las diversas actividades contempladas y se inicia un proceso de contratación basados en el presupuesto asignado.



Ilustración 51: Costos por actividad 1.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COSTO
MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE	1166,04 días	\$ 2.756.078.141,44
GESTIÓN DEL PROYECTO	1166,04 días	\$ 96.427.733,36
INICIACIÓN	23,04 días	\$ 1.237.333,36
PROJECT CHARTER	1,17 días	\$ 101.333,34
REUNIÓN CON EL SPONSOR	3,33 horas	\$ 73.333,33
ELABORAR PROJECT CHARTER	4 horas	\$ 0,00
REVISAR PROJECT CHARTER	2 horas	\$ 28.000,00
DECLARACIÓN DEL ALCANCE	0,63 días	\$ 112.000,00
REUNIÓN CON EL SPONSOR	2 horas	\$ 60.000,00
ELABORAR DECLARACIÓN DE ALCANCE	3 horas	\$ 24.000,00
REVISAR ALCANCE	2 horas	\$ 28.000,00
IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS	22 días	\$ 1.024.000,00
REGISTRO DE INTERESADOS	8 días	\$ 1.024.000,00
ANÁLISIS DE INTERESADOS	17 días	\$ 0,00
PLAN DEL PROYECTO	698,96 días	\$ 49.856.000,00
GESTIÓN DE ALCANCE	60 días	\$ 7.680.000,00
DEFINIR EL ALCANCE	15 días	\$ 1.920.000,00
CREAR EDT/WBS	45 días	\$ 5.760.000,00
GESTIÓN DEL TIEMPO	30 días	\$ 5.440.000,00
DEFINIR ACTIVIDADES	30 días	\$ 3.840.000,00
DESARROLLAR CRONOGRAMA	12,5 días	\$ 1.600.000,00
GESTIÓN DEL COSTO	38 días	\$ 10.048.000,00
REQUISITOS DE FINANCIAMIENTO	17,5 días	\$ 2.240.000,00
ESTIMACIÓN DE COSTOS	33 días	\$ 4.224.000,00
DESARROLLAR PRESUPUESTO	28 días	\$ 3.584.000,00
GESTIÓN DE CALIDAD	6 días	\$ 768.000,00
PLAN DE CALIDAD	6 días	\$ 768.000,00
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	18,5 días	\$ 5.248.000,00
PLAN DE RECURSOS HUMANOS	6 días	\$ 768.000,00
CREACIÓN DE RELACIONES DE TRABAJO	7,5 días	\$ 960.000,00
REQUERIMIENTOS DE CARGO	9 días	\$ 1.152.000,00
GESTIÓN DE COMUNICACIONES	555,46 días	\$ 7.936.000,00
PLAN GESTIÓN DE COMUNICACIONES	9 días	\$ 1.152.000,00
ANÁLISIS DE REQUISITOS DE COMUNICACIÓN	48 días	\$ 6.144.000,00
DEFINICIONES DE MODELOS DE COMUNICACIÓN	5 días	\$ 640.000,00
GESTIÓN DE RIESGOS	16,5 días	\$ 3.264.000,00
PLAN DE RIESGOS	15 días	\$ 0,00
IDENTIFICAR RIESGOS	6 días	\$ 768.000,00
ANÁLISIS CUALITATIVO	6 días	\$ 768.000,00
ANÁLISIS CUANTITATIVO	6 días	\$ 768.000,00
PLANIFICACIÓN DE CONTINGENCIA A LOS RIESGOS	7,5 días	\$ 960.000,00
GESTIÓN DE ADQUISICIONES	22 días	\$ 8.448.000,00
PLAN DE ADQUISICIONES	22 días	\$ 2.816.000,00
IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ADQUISICIONES	10 días	\$ 1.280.000,00
ANÁLISIS DE ELABORACION O COMPRA	12 días	\$ 1.536.000,00
ANÁLISIS DE TIPO DE CONTRATACIÓN	13 días	\$ 1.664.000,00
SELECCIÓN TIPO DE PROVEEDOR	10 días	\$ 1.152.000,00
GESTIÓN DE INTERESADOS	8 días	\$ 1.024.000,00
PLAN DE INTERESADOS	8 días	\$ 1.024.000,00
INFORMES DEL ESTADO DEL PROYECTO	769 días	\$ 1.280.000,00
INFORME 1 FINALIZACIÓN ETAPA INICIO	2 días	\$ 256.000,00
INFORME 2 FINALIZACIÓN PLANES	2 días	\$ 256.000,00
INFORME 3 FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días	\$ 256.000,00
INFORME 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días	\$ 256.000,00
INFORME 5 FINALIZACIÓN IMPLMENTACIÓN	2 días	\$ 256.000,00
REUNIONES DE COORDINACIÓN PERIÓDICA	769 días	\$ 3.237.600,00
REUNIÓN 1: FINALIZACIÓN ETAPA DE INICIO	2 días	\$ 956.800,00
REUNIÓN 2: FINALIZACIÓN PLANES	1,33 días	\$ 448.800,00
REUNION 3: FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días	\$ 828.800,00
REUNION 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días	\$ 329.600,00
REUNION 5: FINALIZACIÓN IMPLEMENTACIÓN	2 días	\$ 673.600,00
CIERRE DEL PROYECTO	217 días	\$ 40.816.800,00
REVISIÓN DE CRITERIOS DE FINALIZACIÓN	18 días	\$ 7.320.000,00
DESAFECTACIÓN DEL EQUIPO	24 días	\$ 7.257.600,00
ENTREGA DE TRABAJOS PREVIA A LA SALIDA	12 días	\$ 3.628.800,00
EVALUACIÓN FINAL DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO	12 días	\$ 3.628.800,00
REPORTE FINAL DEL PROYECTO	20 días	\$ 5.488.000,00
PRESUPUESTO FINAL	30 días	\$ 2.640.000,00
CRONOGRAMA FINAL	24 días	\$ 2.112.000,00
INDICE DE ARCHIVOS	30 días	\$ 2.640.000,00
DIRECTORIO DE PARTICIPANTES	45 días	\$ 1.600.000,00
PROVEEDORES	5 días	\$ 320.000,00
CONSULTORES	5 días	\$ 320.000,00
EQUIPO	5 días	\$ 320.000,00
EJECUTOR	5 días	\$ 320.000,00
DIRECTIVO	5 días	\$ 320.000,00
DESARROLLO DOCUMENTO DE CIERRE DEL PROYECTO	16 días	\$ 6.686.400,00
AUDITORÍA DEL PROYECTO	7 días	\$ 2.456.800,00
RECOLECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS	10 días	\$ 2.616.000,00
REUNIÓN DE CIERRE	2 días	\$ 0,00
PROFASE DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES	151 días	\$ 83.603.604,48
DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES	55 días	\$ 11.779.200,00
FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	55 días	\$ 11.779.200,00
PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	20 días	\$ 5.528.000,00
VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE DOCUMENTOS	20 días	\$ 5.528.000,00
FIRMA DEL CONTRATO	35 días	\$ 6.251.200,00
NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	8 días	\$ 2.483.200,00

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”.

Ilustración 52: Costo por actividad 2.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COSTO
<b>FIRMA DEL CONTRATO</b>	<b>35 días</b>	<b>\$ 6.251.200,00</b>
NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	8 días	\$ 2.483.200,00
ENTREGA NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	12 días	\$ 0,00
ENVIO PLAN DE CALIDAD Y PLANIFICACIÓN	15 días	\$ 3.768.000,00
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>40 días</b>	<b>\$ 45.456.803,84</b>
<b>MATERIALES</b>	<b>37 días</b>	<b>\$ 21.047.200,00</b>
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	\$ 6.296.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	\$ 11.432.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	\$ 3.319.200,00
<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>40 días</b>	<b>\$ 12.907.600,00</b>
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	\$ 4.784.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	\$ 3.738.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	18 días	\$ 4.385.600,00
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>37 días</b>	<b>\$ 11.502.000,00</b>
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	\$ 5.426.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	5 días	\$ 1.994.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	\$ 4.082.000,00
<b>ANÁLISIS</b>	<b>56 días</b>	<b>\$ 26.367.600,00</b>
EVALUACIÓN Y SELECCIÓN	21 días	\$ 11.401.600,00
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	20 días	\$ 7.710.000,00
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	15 días	\$ 7.256.000,00
<b>DESARROLLO DE DISEÑO</b>	<b>130 días</b>	<b>\$ 100.594.201,60</b>
<b>DISEÑO</b>	<b>125 días</b>	<b>\$ 100.594.201,60</b>
VISITAS DE CAMPO	70 días	\$ 35.569.999,36
DISEÑO DE REJAS Y COMPUERTAS	70 días	\$ 46.126.602,24
APROBACIÓN DE DISEÑOS PARA FABRICACIÓN	2 días	\$ 18.897.600,00
REVISIÓN	16 días	\$ 0,00
APROBACIÓN	12 días	\$ 0,00
<b>ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES</b>	<b>243,5 días</b>	<b>\$ 2.328.515.475,20</b>
<b>PERSONAL</b>	<b>27 días</b>	<b>\$ 12.896.000,00</b>
RECLUTAMIENTO DE PERSONAL	4 días	\$ 5.512.000,00
SELECCIÓN	3 días	\$ 7.384.000,00
CAPACITACIONES Y CERTIFICACIONES	20 días	\$ 0,00
<b>EQUIPOS</b>	<b>45,5 días</b>	<b>\$ 209.439.171,84</b>
REQUERIMIENTOS	13,33 días	\$ 15.036.000,00
SELECCIÓN	8 días	\$ 13.700.800,00
COMPRA O ARRENDAMIENTO	6 días	\$ 180.702.371,84
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>30 días</b>	<b>\$ 90.107.997,44</b>
TRANSPORTE	15 días	\$ 45.959.997,44
ELÉCTRICAS	15 días	\$ 21.960.000,00
HIDRÁULICAS	15 días	\$ 8.960.000,00
TELECOMUNICACIONES	12 días	\$ 8.768.000,00
OTRAS	15 días	\$ 4.460.000,00
<b>GESTIÓN DE COMPRA</b>	<b>198 días</b>	<b>\$ 2.016.072.305,92</b>
<b>BIENES DE ORIGEN EXTRANJERO</b>	<b>198 días</b>	<b>\$ 1.909.487.984,64</b>
<b>SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA</b>	<b>198 días</b>	<b>\$ 1.207.035.969,28</b>
Fabricación	120 días	\$ 1.099.999.969,28
Pruebas en Fábrica	10 días	\$ 11.320.000,00
Despacho	20 días	\$ 16.280.000,00
Transporte Marítimo	15 días	\$ 12.960.000,00
Nacionalización	15 días	\$ 61.488.000,00
Transporte interno	10 días	\$ 2.588.000,00
Entrega en Sitio	8 días	\$ 2.400.000,00
<b>SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA CON</b>	<b>194 días</b>	<b>\$ 671.640.015,36</b>
<b>RASTRILLO VIAJERO</b>		
Fabricación	95 días	\$ 619.152.015,36
Pruebas en Fábrica	10 días	\$ 8.320.000,00
Despacho	20 días	\$ 16.280.000,00
Transporte Marítimo	15 días	\$ 2.460.000,00
Nacionalización	15 días	\$ 16.488.000,00
Transporte Interno	10 días	\$ 3.640.000,00
Entrega en Sitio	1 día	\$ 5.300.000,00
<b>ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA COMPUERTAS</b>	<b>80 días</b>	<b>\$ 30.812.000,00</b>
Fabricación	60 días	\$ 25.000.000,00
Entrega en Sitio	20 días	\$ 5.812.000,00
<b>BIENES DE ORIGEN NACIONAL</b>	<b>119 días</b>	<b>\$ 106.584.321,28</b>
<b>COMPUERTAS</b>	<b>119 días</b>	<b>\$ 106.584.321,28</b>
Fabricación	90 días	\$ 95.500.001,28
Entrega en sitio	13 días	\$ 9.005.600,00
Montaje de Actuadores en compuertas	8 días	\$ 1.309.440,00
Pruebas premontaje	8 días	\$ 769.280,00
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>224 días</b>	<b>\$ 146.936.932,48</b>
<b>INSTALACIÓN DE COMPUERTAS</b>	<b>120 días</b>	<b>\$ 38.891.175,04</b>
ACHIQUE DE CANAL	60 días	\$ 12.922.400,00
DEMOLICIÓN DE PLACA	13 días	\$ 3.845.680,00
PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	17 días	\$ 4.940.099,84
INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	21 días	\$ 9.543.315,20
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	23 días	\$ 7.639.680,00
<b>MONTAJE NUEVA PROPUESTA</b>	<b>194 días</b>	<b>\$ 98.972.797,44</b>
<b>INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO</b>	<b>70 días</b>	<b>\$ 52.149.198,08</b>

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”.

Ilustración 53: Continuación Costo por actividad 2.

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COSTO
<b>SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA CON RASTRILLO VIAJERO</b>	<b>194 días</b>	<b>\$ 671.640.015,36</b>
Fabricación	95 días	\$ 619.152.015,36
Pruebas en Fábrica	10 días	\$ 8.320.000,00
Despacho	20 días	\$ 16.280.000,00
Transporte Marítimo	15 días	\$ 2.460.000,00
Nacionalización	15 días	\$ 16.488.000,00
Transporte Interno	10 días	\$ 3.640.000,00
Entrega en Sitio	1 día	\$ 5.300.000,00
<b>ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA COMPUERTAS</b>	<b>80 días</b>	<b>\$ 30.812.000,00</b>
Fabricación	60 días	\$ 25.000.000,00
Entrega en Sitio	20 días	\$ 5.812.000,00
<b>BIENES DE ORIGEN NACIONAL</b>	<b>119 días</b>	<b>\$ 106.584.321,28</b>
<b>COMPUERTAS</b>	<b>119 días</b>	<b>\$ 106.584.321,28</b>
Fabricación	90 días	\$ 95.500.001,28
Entrega en sitio	13 días	\$ 9.005.600,00
Montaje de Actuadores en compuertas	8 días	\$ 1.309.440,00
Pruebas premontaje	8 días	\$ 769.280,00
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>224 días</b>	<b>\$ 146.936.932,48</b>
<b>INSTALACIÓN DE COMPUERTAS</b>	<b>120 días</b>	<b>\$ 38.891.175,04</b>
ACHIQUE DE CANAL	60 días	\$ 12.922.400,00
DEMOLICIÓN DE PLACA	13 días	\$ 3.845.680,00
PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	17 días	\$ 4.940.099,84
INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	21 días	\$ 9.543.315,20
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	23 días	\$ 7.639.680,00
<b>MONTAJE NUEVA PROPUESTA</b>	<b>194 días</b>	<b>\$ 98.972.797,44</b>
<b>INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO</b>	<b>70 días</b>	<b>\$ 52.149.198,08</b>
DESMONTAJE REJA FINA ACTUAL	25 días	\$ 13.881.999,36
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO FINO	45 días	\$ 22.317.598,72
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	45 días	\$ 15.949.600,00
<b>INSTALACIÓN UNIDADES DE CRIBADO GRUESO</b>	<b>75 días</b>	<b>\$ 46.823.599,36</b>
DESMONTAJE REJA GRUESA ACTUAL	25 días	\$ 13.881.999,36
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO GRUESO	60 días	\$ 24.464.000,00
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	20 días	\$ 8.477.600,00
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>30 días</b>	<b>\$ 9.072.960,00</b>
PRUEBAS PREARRANQUE	15 días	\$ 8.431.200,00
PRUEBAS POSTARRANQUE	15 días	\$ 641.760,00

Fuente: MS Project “Rejas finas adquisiciones”.

### **2.3.5 Evaluación financiera.**

En la evaluación del proyecto a través del enfoque costo beneficio permite determinar si los beneficios obtenidos son mayores que los costos inicialmente invertidos. Para tal fin inicialmente se realiza encadenadamente la identificación, medición y valoración de costos y beneficios. Pasos a continuación descritos a continuación:

#### **2.3.5.1 Identificación de Beneficios.**

La optimización del proceso de cribado, repercute en varios beneficios los cuales:

- **Aumento de eficiencia:** En la remoción de sólidos de alto volumen, actualmente se manejan índices periódicos de 5 a 7 toneladas mensuales, según niveles del canal salitre y concentración de turbiedad de llegada.
- **Ahorro de costos:** Para el caso de la optimización de los equipos de las unidades de cribado fino y grueso, se mitigaría el consumo excesivo de materiales como eslingas en kevlar, disposición de técnicos, continuidad de fallas en los equipos, entre otras.
- **La disminución de fallas continuas:** Es de destacar que dicha ejecución del proyecto no solo repercute en los equipos a optimizar. Esta labor es de alto beneficio para cada una de las zonas que le dan continuidad al proceso. El objeto del proyecto conlleva no solo a mitigar las fallas por taponamiento o sedimentación en la zona de pretratamiento y cribado, sino en todas las zonas donde actualmente se acumulan sedimentos los cuales las rejillas gruesas y finas por errores de diseño dejan pasar.
- **Se pretende de manera estratégica enfrentar el problema del paso de sólidos de alto volumen,** pues su impacto dentro de la planta es de alto índice y afectación para el cumplimiento de metas y para el desarrollo de cada uno de los subprocesos que componen el tratamiento de aguas residuales.

#### **2.3.5.2 Cuantificación de los Beneficios.**

A continuación se presentan algunos aspectos para la cuantificación de beneficios del proyecto:

- Se estima duplicar el aumento de remoción de sólidos de alto volumen.
- Se plantea la reducción de costos por mantenimiento de las unidades de cribado en un 80%.



- Se considera que el montaje de los nuevos sistemas de cribado conllevarán a la reducción en el mantenimiento correctivo por causas de taponamiento y desgastes prematuros en un 20%.
- Se considera que el montaje de dichos equipos conllevará al cumplimiento de la meta operacional planificada.

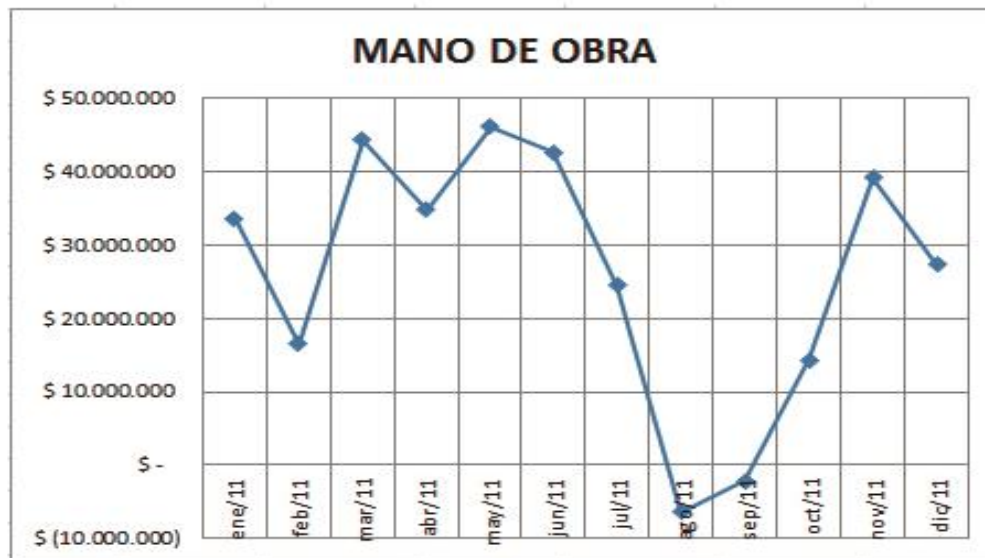
Realizamos una compilación de estadísticas de los últimos años para demostrar el nivel de mano de obra que se requiere por cada mantenimiento que se debe realizar a dicho proceso (cribado) y según lo expuesto en la ilustración 54: Mantenimiento año 2010, ilustración 55: mantenimiento año 2011, ilustración 56: mantenimiento 2012, ilustración 57: mantenimiento 2013 e ilustración 58: mantenimiento 2014.

**Ilustración 54 Mantenimiento año 2010**



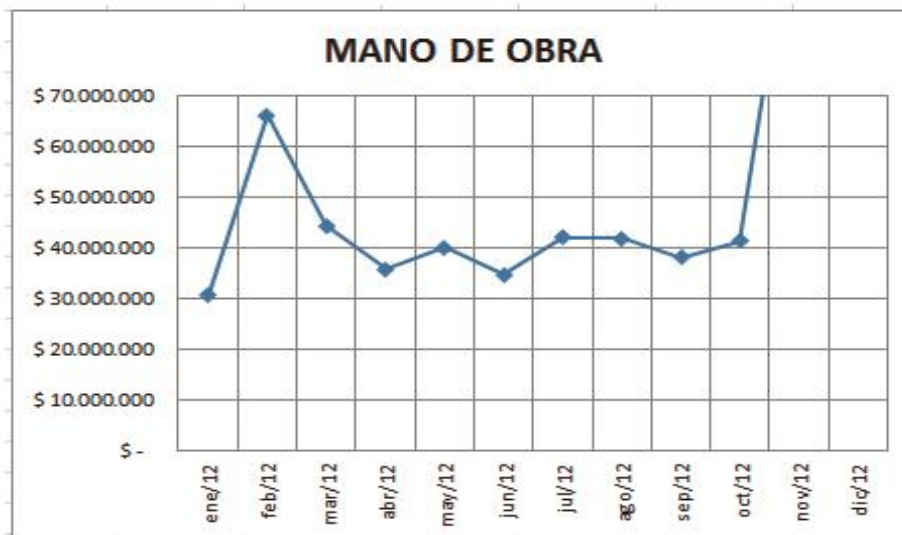
**Fuente:** División de métodos y procedimientos PTAR Salitre.

**Ilustración 55 Mantenimiento año 2011**



**Ilustración 56 Mantenimiento año 2012**

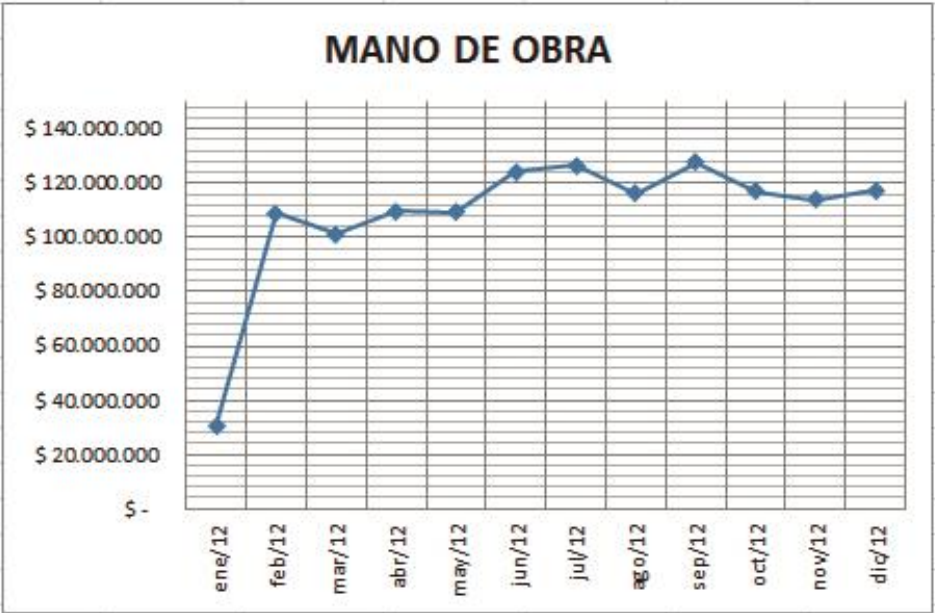
**Fuente:**  
División de



métodos y procedimientos PTAR Salitre.

**Fuente:** Compilado PTAR

**Ilustración 57 Mantenimiento año 2013**



Fuente: División de métodos y procedimientos PTAR Salitre.

**Ilustración 58 Mantenimiento año 2014**



**Fuente: División de métodos y procedimientos PTAR Salitre.**

Como el presente proyecto es de carácter social, no se demuestra una rentabilidad del producto del ejercicio de ingresos y egresos. Queremos mostrar la utilidad del proyecto primeramente en los beneficios cualitativos y cuantitativos que acarrea la ejecución de dicha propuesta. En segunda medida queremos mostrar la viabilidad del proyecto a través de la reducción de horas e insumos de mantenimiento empleados para los mismos, proponiendo un contraste o comparación entre los gastos operacionales de la actualidad frente a los gastos operacionales de la presente propuesta.

### **2.3.6 Análisis de sensibilidad.**

El análisis de sensibilidad es una herramienta la cual nos permite aclarar la decisión o toma de invertir en un proyecto para este caso hemos planteado tres posibles eventos (Pesimista, Probable, y optimista) en los cuales se contemplan y a su vez se valoran varios posibles riesgos y se analiza su relación beneficio impacto. Para el caso pesimista se contempló el siguiente análisis expuesto en la ilustración 59: Análisis de sensibilidad evento probable, ilustración 60: Análisis de sensibilidad, evento optimista ilustración 61: Análisis de sensibilidad caso pesimista. Dicho análisis nos permite visualizar y deducir que el proyecto es una oportunidad para solucionar las problemáticas presentadas al inicio de presente documento.



Ilustración 59: Análisis de sensibilidad evento probable.

			COSTO	CONSUMO	TIEMPO	SUBTOTAL
DE NO LOGRAR LA REMOCIÓN PLANIFICADA DE SÓLIDOS DE ALTO VOLUMEN	ALTO	Aumento de dosificaión de polímero aniónico	29.100,00	16495	kg	480.004.500,00
	ALTO	Aumento de dosificaión de cloruro ferrico	810,00	632000	kg	511.920.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual insumos	700.000,00	12	Mes	8.400.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual mano de obra	240.000,00	12	Mes	2.880.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral insumos	5.300.000,00	4	Trimestre	21.200.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral mano de obra	2.000.000,00	4	Trimestre	8.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral insumos	7.000.000,00	2	Semestre	14.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral mano de obra	750.000,00	2	Semestre	1.500.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual insumos	420.000.000,00	1	Año	420.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual mano de obra	4.752.000,00	1	Año	4.752.000,00
	ALTO	Mano de obra-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes.	632.463.674,00	1	Año	632.463.674,00
	ALTO	Consumibles almacen-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes de la baja deficiencia de cribado	508.693.944,00	1	Año	508.693.944,00
	MEDIO	Servicio de vactor y limpieza de tanques	800.000.000,00	1	Año	800.000.000,00
	EL RESULTADO DEL IMPACTO ES NEGATIVO PARA LA COMUNIDAD					3.413.814.118,00
RELACIÓN COSTO/BENEFICIO		3.413.814.118,00	El impacto negativo lo convertimos emn positivo siendo beneficio al tomar la decisión de modernizar el sistema de cribado			
		2.985.000.000,00	Son los costos presupuestados para el desarrollo del proyecto			
RESULTADO		1,143656321	La viabilidad del proyecto es un factor bueno y ante todo una oportunidad de mejora			

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 60: análisis de sensibilidad evento optimista.

			COSTO	CONSUMO	TIEMPO	SUBTOTAL
DE NO LOGRAR LA REMOCIÓN PLANIFICADA DE SÓLIDOS DE ALTO VOLUMEN	ALTO	Aumento de dosificaión de polímero aniónico	29.100,00	15000	kg	436.500.000,00
	ALTO	Aumento de dosificaión de cloruro ferrico	810,00	600000	kg	486.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual insumos	700.000,00	12	Mes	8.400.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual mano de obra	240.000,00	12	Mes	2.880.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral insumos	5.300.000,00	4	Trimestre	21.200.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral mano de obra	2.000.000,00	4	Trimestre	8.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral insumos	7.000.000,00	2	Semestre	14.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral mano de obra	396.000,00	2	Semestre	792.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual insumos	300.000.000,00	1	Año	300.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual mano de obra	4.752.000,00	1	Año	4.752.000,00
	ALTO	Mano de obra-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes.	789.103.504,00	1	Año	789.103.504,00
	ALTO	Consumibles almacen-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes de la baja deficiencia de cribado	830.165.414,00	1	Año	830.165.414,00
	MEDIO	Servicio de vactor y limpieza de tanques	300.000.000,00	1	Año	300.000.000,00
		EL RESULTADO DEL IMPACTO ES NEGATIVO PARA LA COMUNIDAD				3.201.792.918,00
RELACIÓN COSTO/BENEFICIO	3.201.792.918,00	El impacto negativo lo convertimos emn positivo siendo beneficio al tomar la decisión de modernizar el sistema de cribado				
	2.985.000.000,00	Son los costos presupuestados para el desarrollo del proyecto				
RESULTADO	1,072627443	Este resultado es viable debido a que su valor es mayor que cero, lo que significa que al llevar a cabo el proyecto se obtienen beneficios				

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 61: Análisis de sensibilidad caso pesimista

			COSTO	CONSUMO	TIEMPO	SUBTOTAL
DE NO LOGRAR LA REMOCIÓN PLANIFICADA DE SÓLIDOS DE ALTO VOLUMEN	ALTO	Aumento de dosificaión de polímero aniónico	29.100,00	16495	kg	480.004.500,00
	ALTO	Aumento de dosificaión de cloruro ferrico	810,00	642000	kg	520.020.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual insumos	700.000,00	12	Mes	8.400.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo mensual mano de obra	240.000,00	12	Mes	2.880.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral insumos	5.300.000,00	4	Trimestre	21.200.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo trimestral mano de obra	2.000.000,00	4	Trimestre	8.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral insumos	7.000.000,00	2	Semestre	14.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo semestral mano de obra	1.580.000,00	2	Semestre	3.160.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual insumos	240.000.000,00	1	Año	240.000.000,00
	MEDIO	Costo en mantenimiento preventivo anual mano de obra	120.000.000,00	1	Año	120.000.000,00
	ALTO	Mano de obra-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes.	641.866.494,00	1	Año	641.866.494,00
		Consumibles almacen-mantenimiento correctivo averias, atascamientos y similares conceptos provenientes de la baja				
	ALTO	deficiencia de cribado	883.719.904,00	1	Año	883.719.904,00
	MEDIO	Servicio de vactor y limpieza de tanques	84.000.000,00	1	Año	84.000.000,00
		EL RESULTADO DEL IMPACTO ES NEGATIVO PARA LA COMUNIDAD				3.027.250.898,00
RELACIÓN COSTO/BENEFICIO	3.027.250.898,00	El impacto negativo lo convertimos emn positivo siendo beneficio al tomar la decisión de modernizar el sistema de cribado				
	2.985.000.000,00	Son los costos presupuestados para el desarrollo del proyecto				
RESULTADO	1,014154405	En el caso pesimista aun se tiene un grado de vianilidad bueno para considerar el proyecto como una oportunidad				

Fuente: Elaboración propia.

### 3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Con el objeto de definir y dar a conocer la planificación del proyecto, exponemos la siguiente estructura:

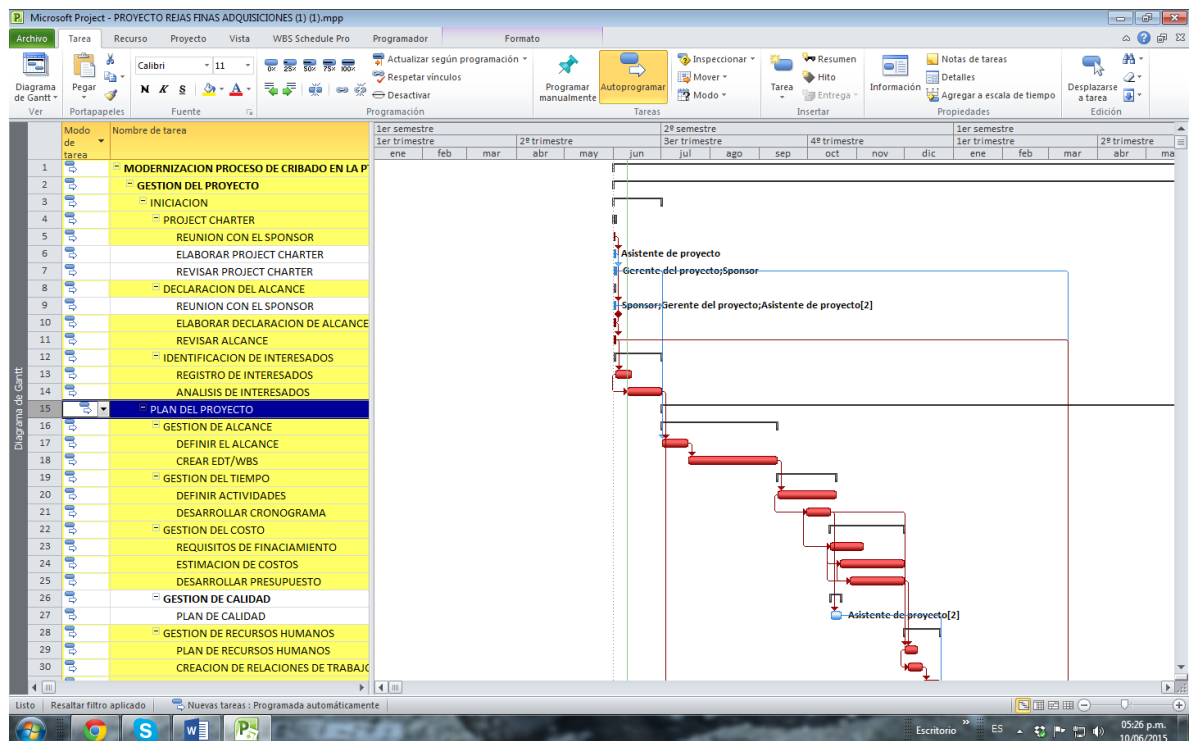
#### 3.1 Programación del proyecto.

Dentro de la programación del proyecto se definen los siguientes parámetros:

##### 3.1.1 Línea base de alcance.

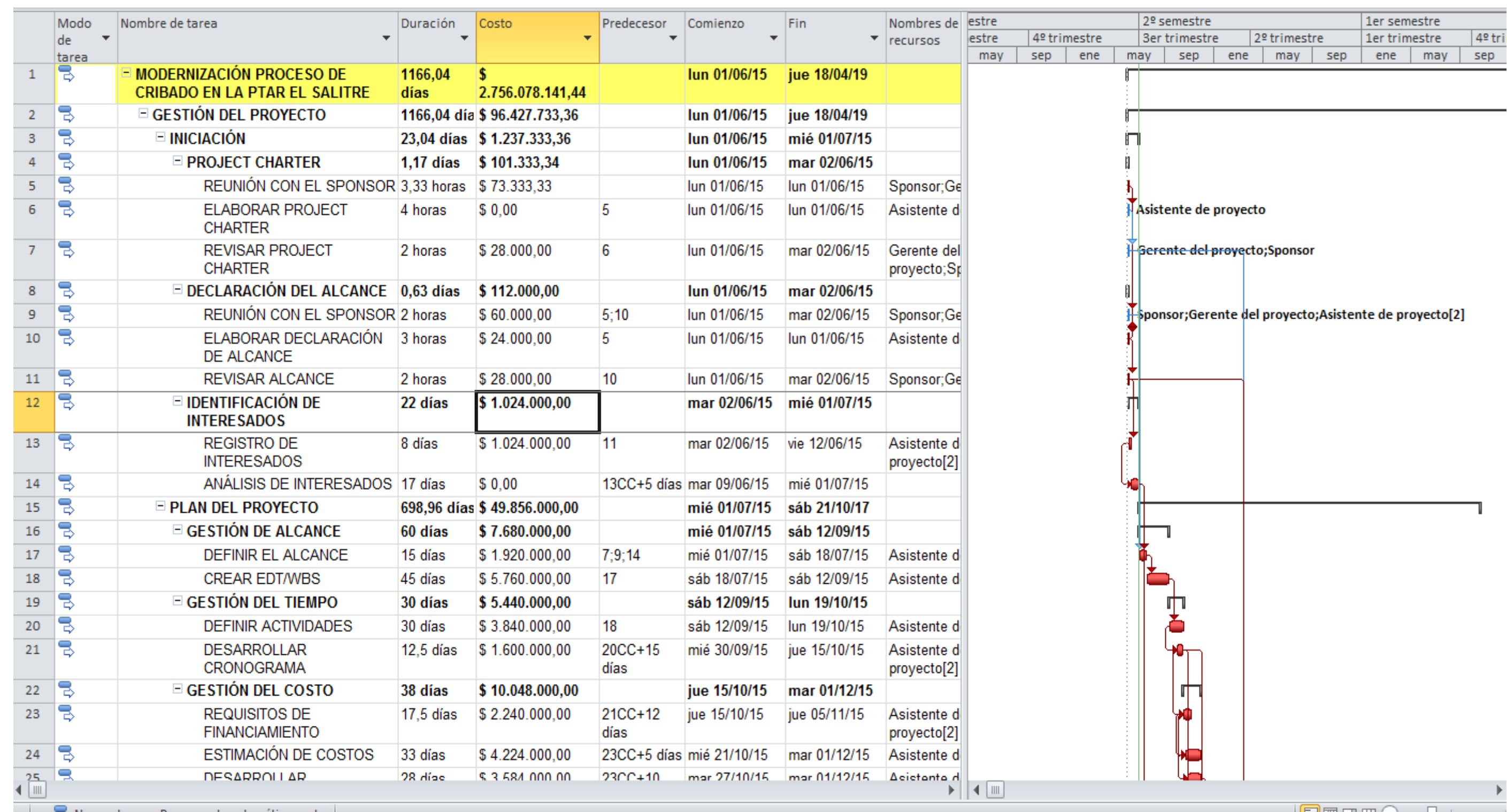
Línea base de alcance con EDT/WBS a quinto nivel de desagregación, con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución PERT beta-normal la visualizamos más claramente en la ilustración 62: esquema general ,63,64,65,66,68 diagrama de Gantt 1,2,3,4,5,6,7 y en el Plan de gestión de alcance más específicamente donde definimos las actividades orientadas hacia el correcto y puntual cumplimiento para lograr los objetivos requeridos para el proyecto.

Ilustración 62: Esquema General



Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

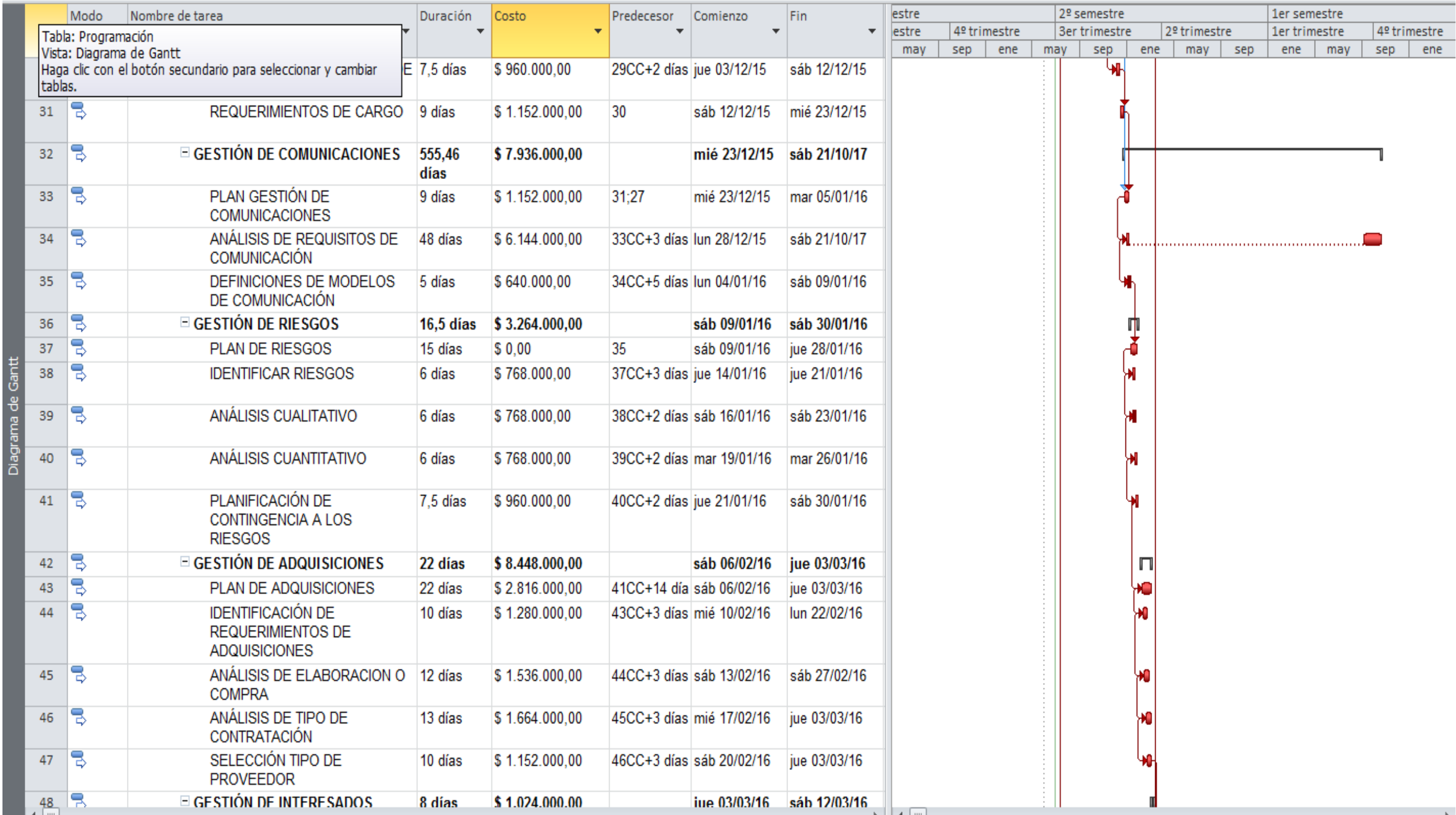
Ilustración 63: Diagrama de Gantt 1



Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

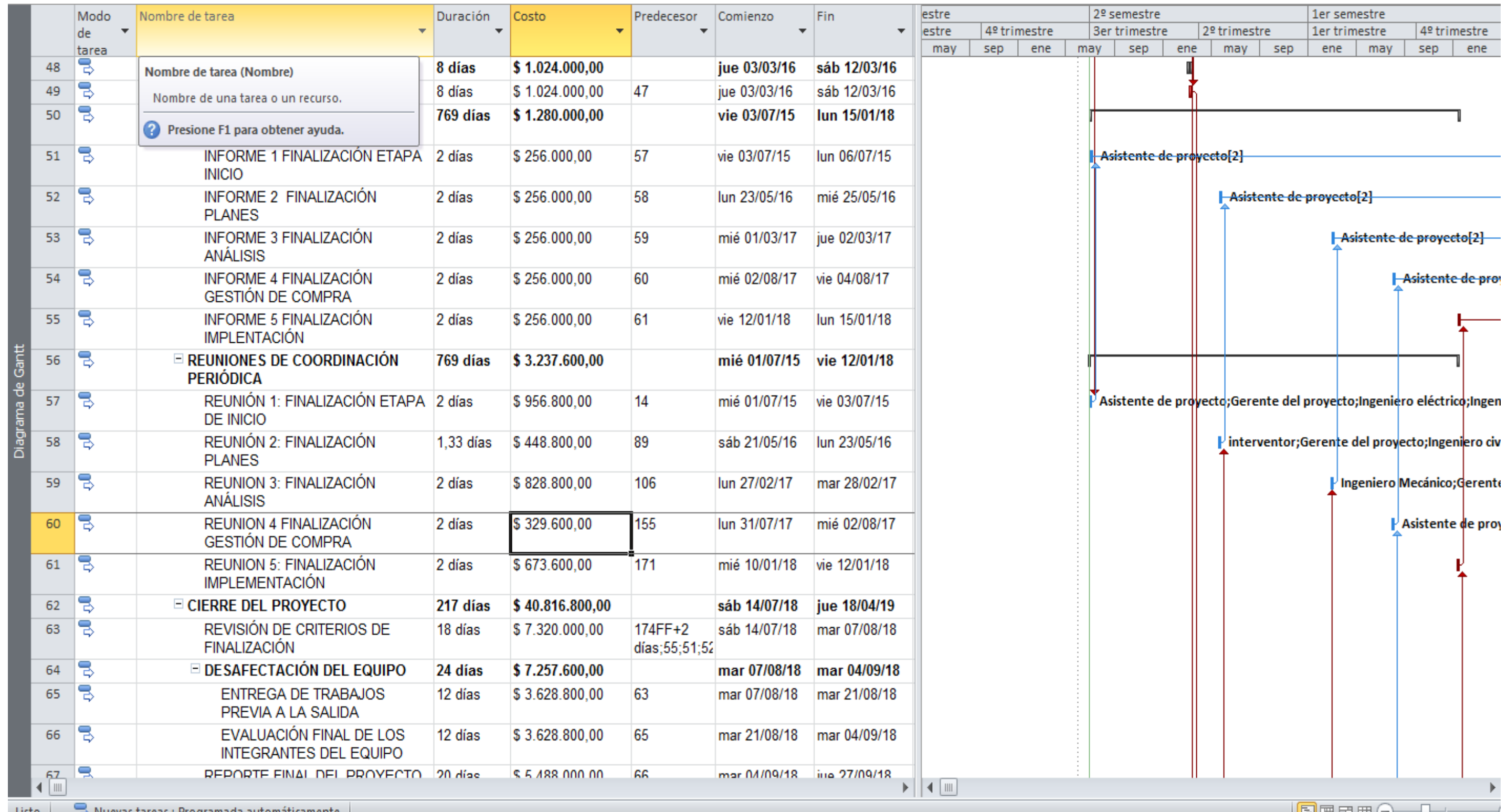


Ilustración 64: Diagrama de Gantt 2



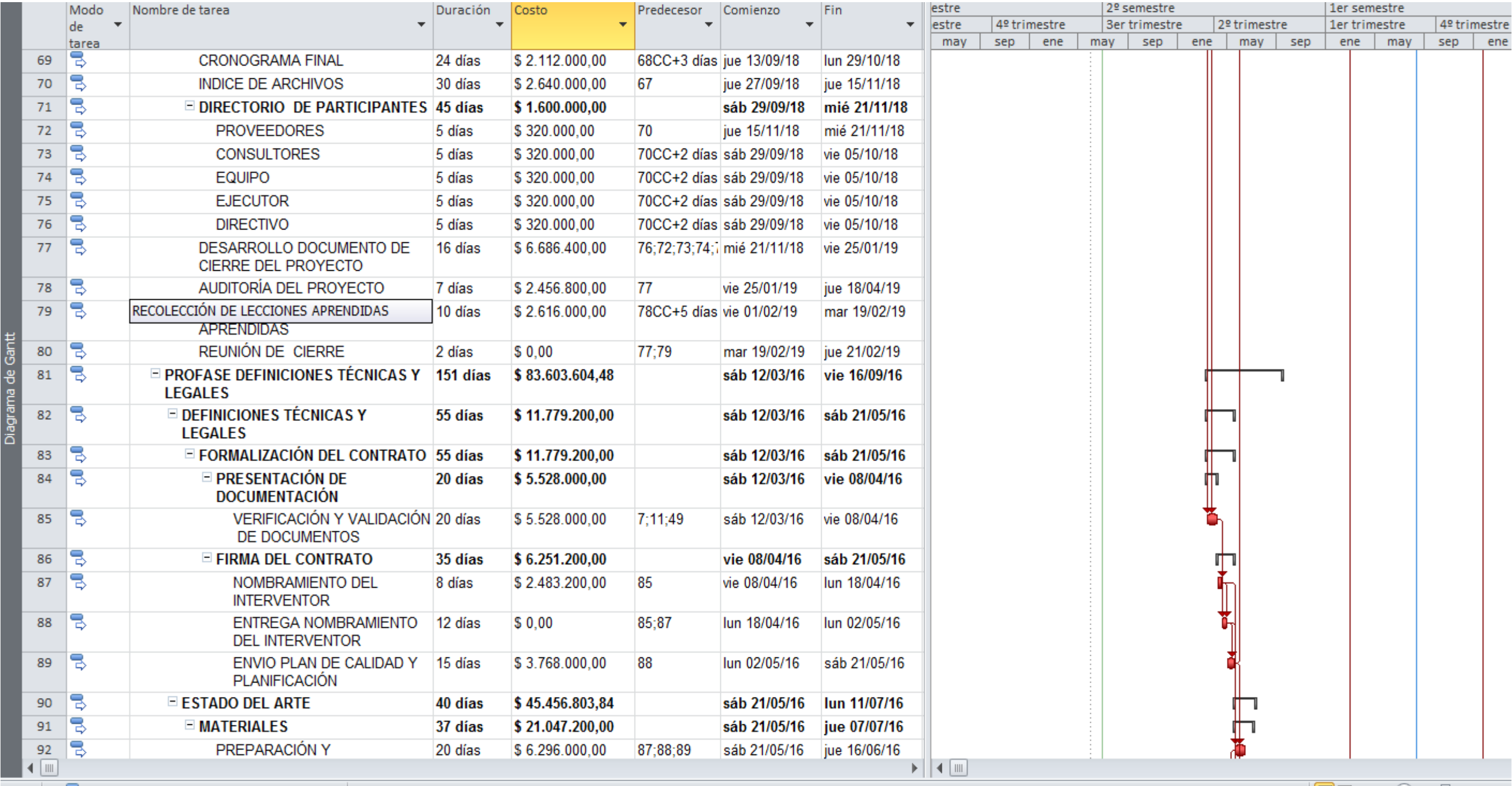
Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

**Ilustración 65: Diagrama de Gantt 3**



**Fuente:** Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

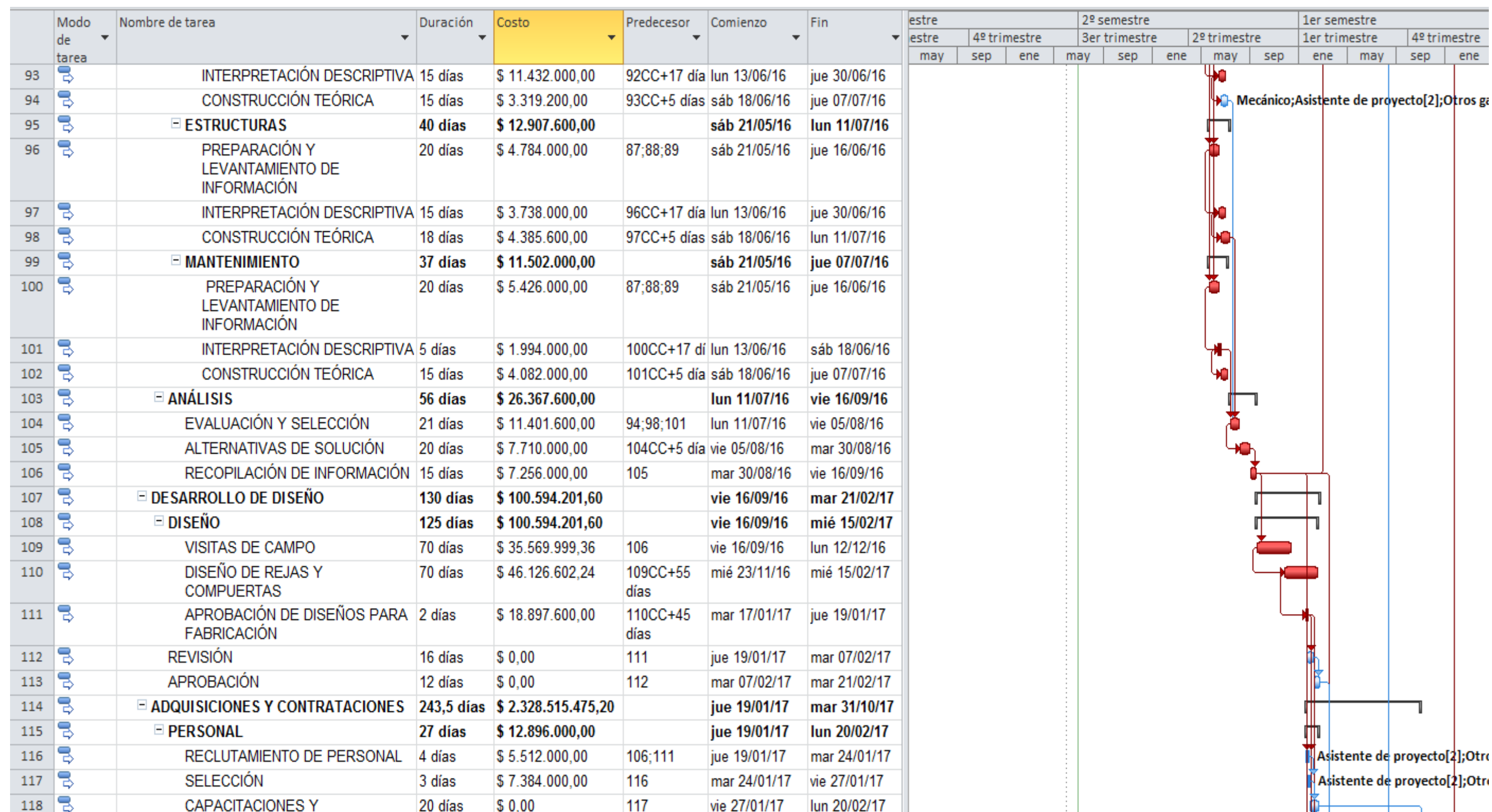
Ilustración 66: Diagrama de Gantt 4.



Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

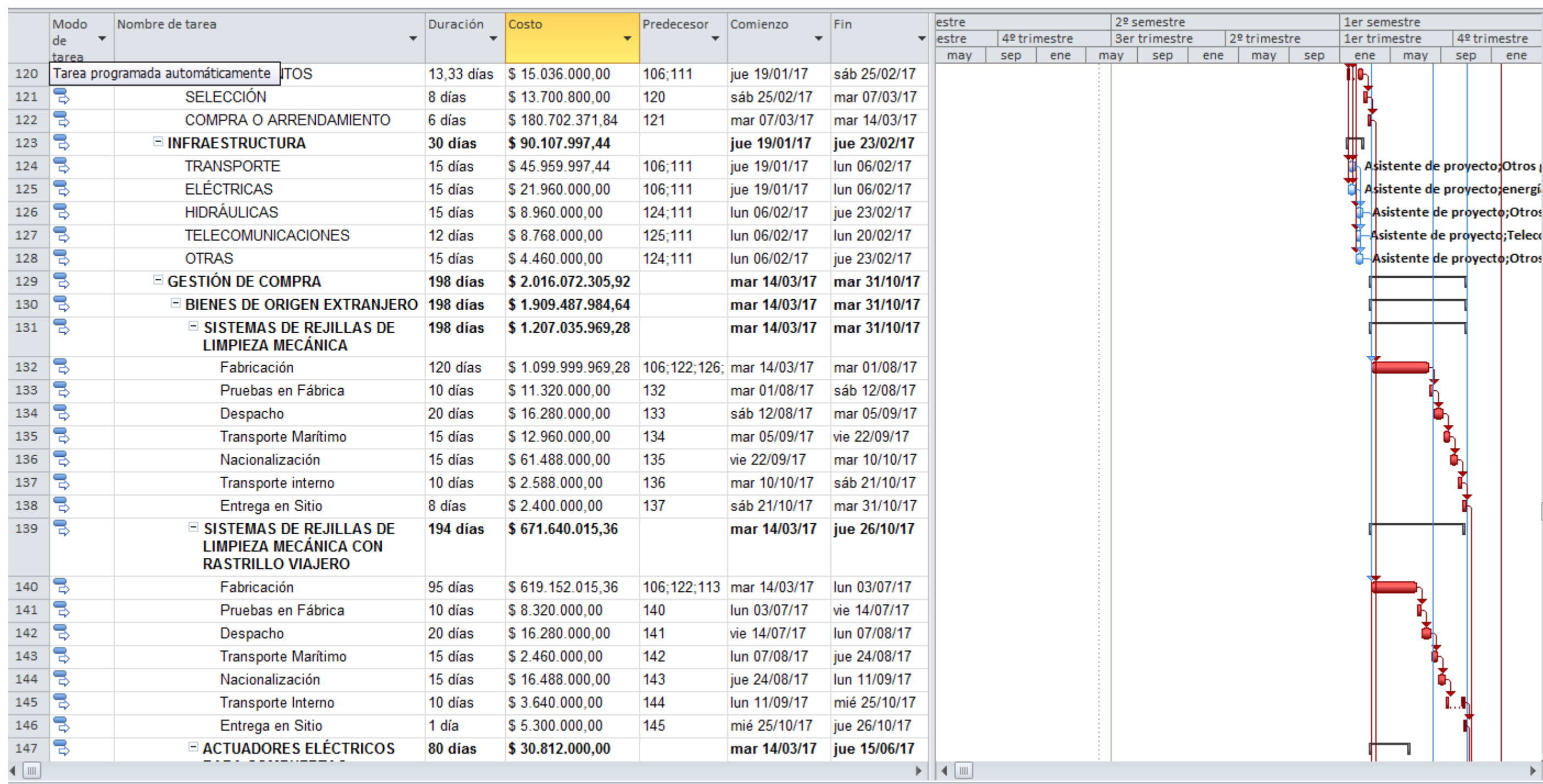


**Ilustración 67: Diagrama de Gantt 5.**



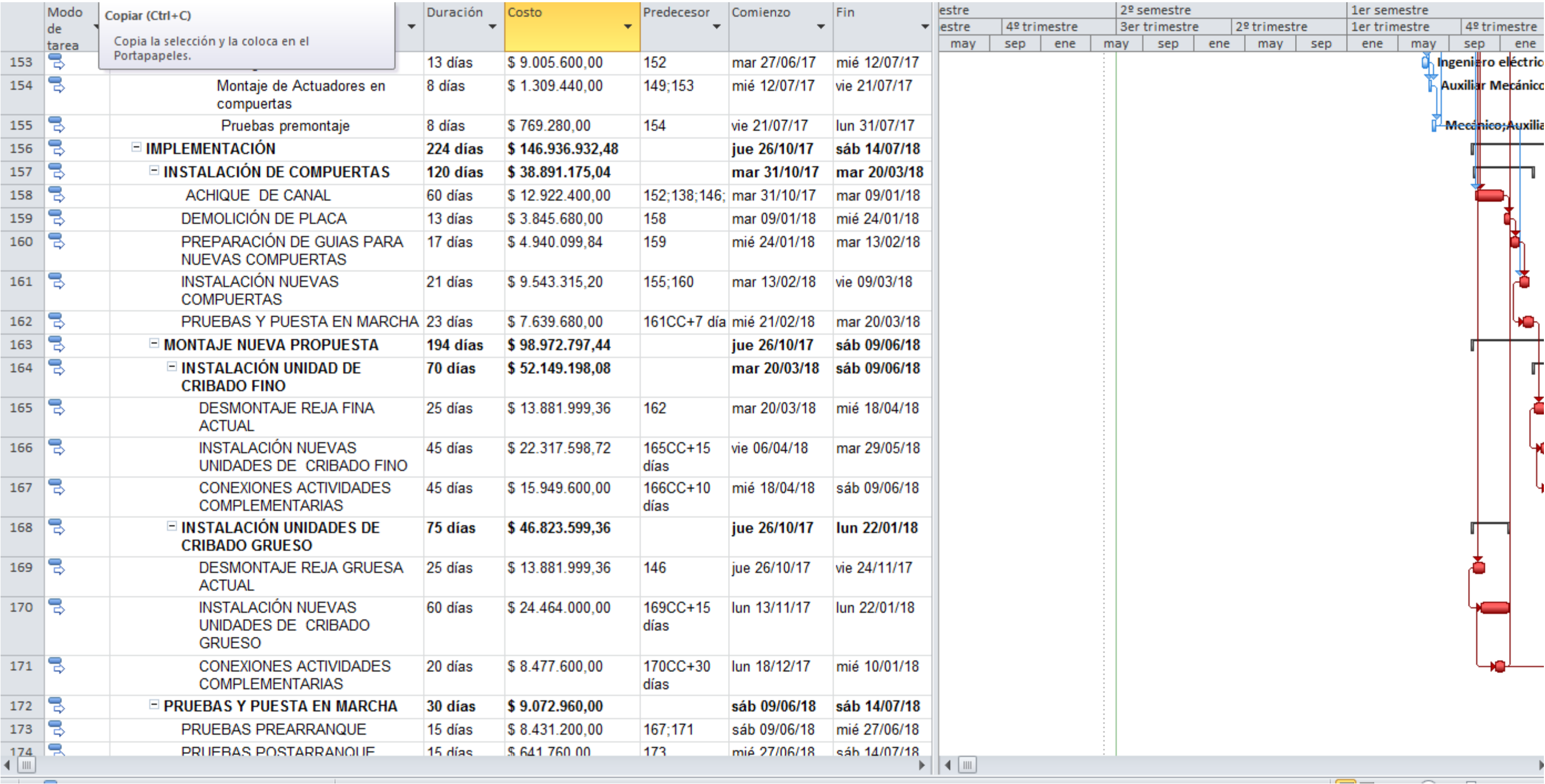
**Fuente:** Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

**Ilustración 68: Diagrama de Gantt 6.**



**Fuente:** Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

Ilustración 69: Diagrama de Gantt 7.



Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

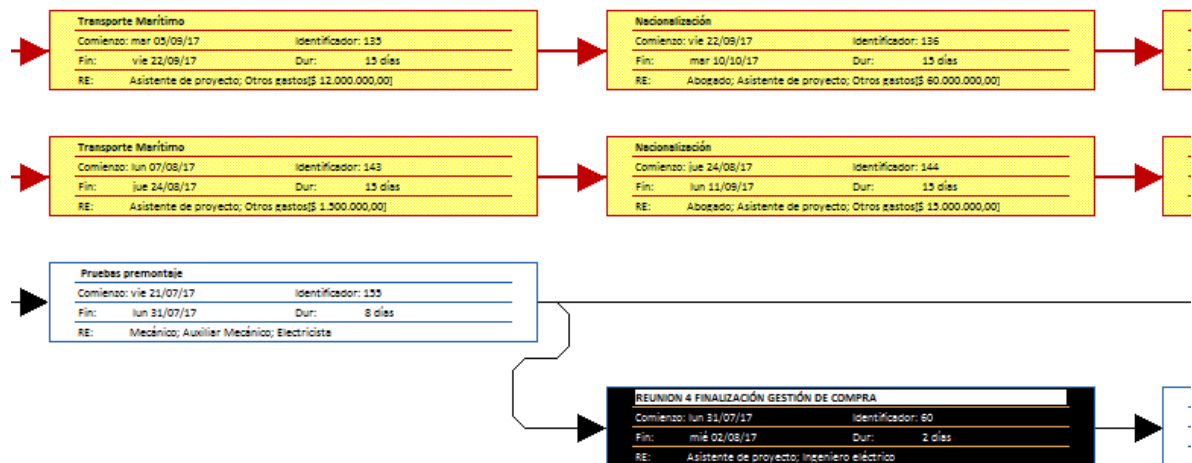
### 3.1.2 Línea base de tiempo.

Dentro de la línea base de tiempo se estiman las duraciones o periodos de trabajo planificadas en los siguientes numerales con uso de distribución PERT:

#### 3.1.2.1 Diagrama de red del proyecto.

El diagrama de red permite visualizar de manera gráfica las diversas actividades que componen nuestro proyecto de igual forma permite visualizar la ruta crítica, precedencias entre actividades y en muchas oportunidades facilita el análisis de manera gráfica en todo el proyecto como se visualiza en las ilustraciones 70,71,72,73,74,75,76: diagramas de red. Para este proyecto hemos exportado fracciones del diagrama de red, pues ya que debido a su tamaño. Para mayor facilidad ver el archivo digital.

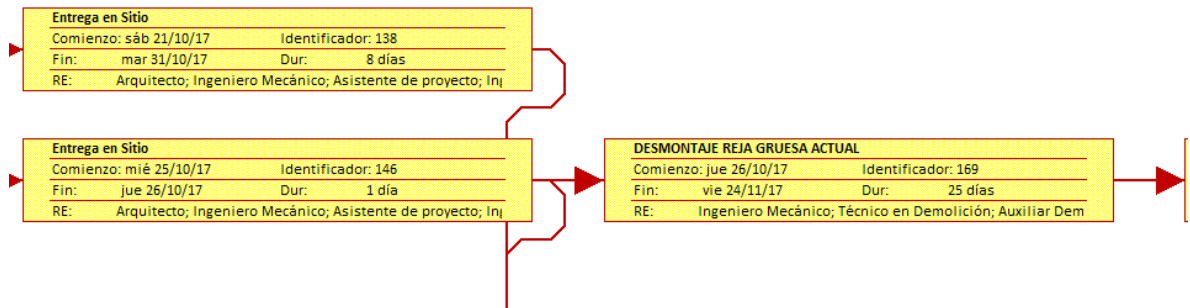
**Ilustración 70: Esquema diagrama de red 1.**



**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

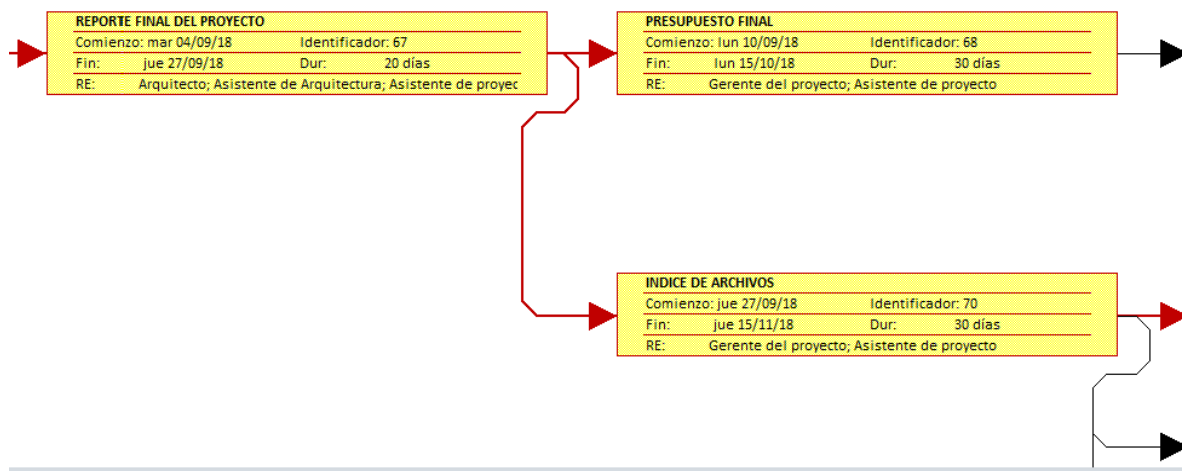


**Ilustración 71: Esquema diagrama de red 2.**



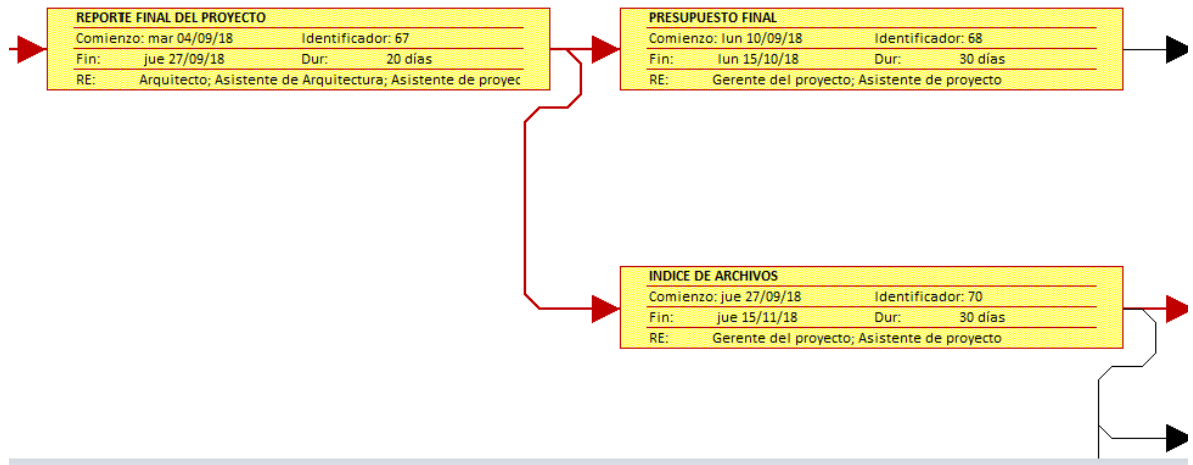
**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 72: Esquema de red 3.**



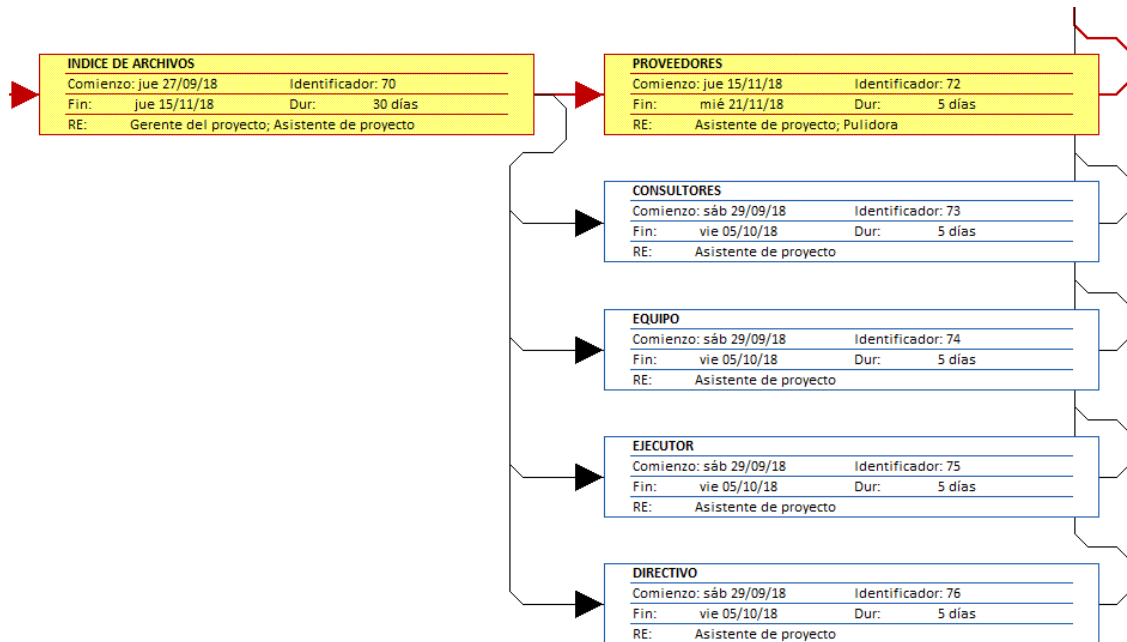
**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 73: Esquema de red 4.**



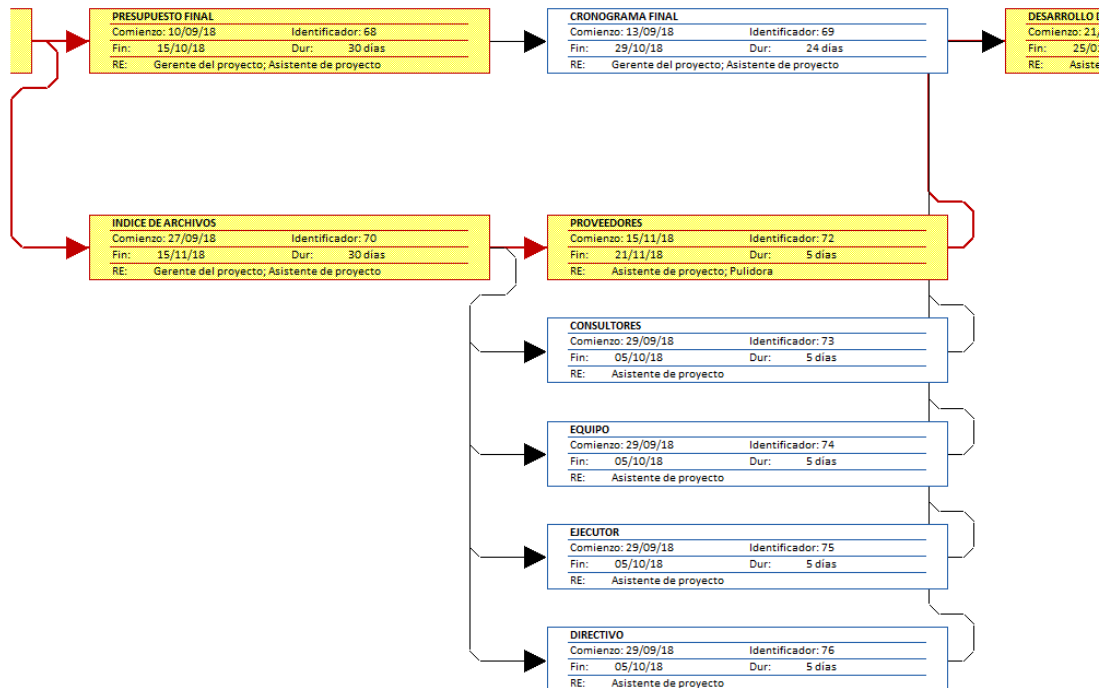
**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 74: Esquema de red 5.**



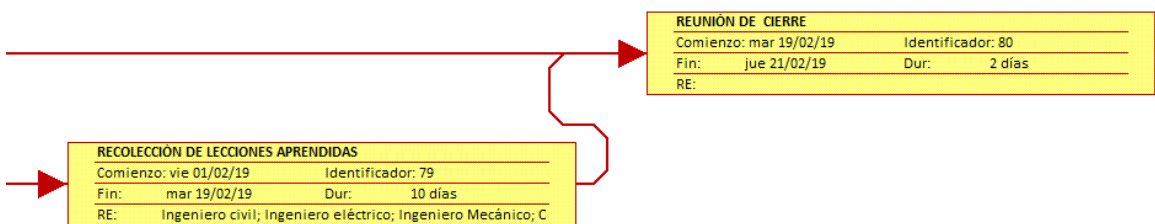
**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 75: Diagrama de red 6.**



**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 76: Diagrama de red 7.**



**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

### 3.1.2.2 Cronograma.

A continuación se visualiza un esquema con las actividades más relevantes dentro del proyecto. Ilustraciones 77,78,79,80,81,82,83: Cronograma 1, 2, 3, 4, 5, 6,7.

Ilustración 77: Cronograma 1.

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
1	<b>MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE</b>	<b>1166,04 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>jue 18/04/19</b>
2	<b>GESTIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>1166,04 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>jue 18/04/19</b>
3	<b>INICIACIÓN</b>	<b>23,04 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>mié 01/07/15</b>
4	<b>PROJECT CHARTER</b>	<b>1,17 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>mar 02/06/15</b>
5	REUNIÓN CON EL SPONSOR	3,33 horas	lun 01/06/15	lun 01/06/15
6	ELABORAR PROJECT CHARTER	4 horas	lun 01/06/15	lun 01/06/15
7	REVISAR PROJECT CHARTER	2 horas	lun 01/06/15	mar 02/06/15
8	<b>DECLARACIÓN DEL ALCANCE</b>	<b>0,63 días</b>	<b>lun 01/06/15</b>	<b>mar 02/06/15</b>
9	REUNIÓN CON EL SPONSOR	2 horas	lun 01/06/15	mar 02/06/15
10	ELABORAR DECLARACIÓN DE ALCANCE	3 horas	lun 01/06/15	lun 01/06/15
11	REVISAR ALCANCE	2 horas	lun 01/06/15	mar 02/06/15
12	<b>IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS</b>	<b>22 días</b>	<b>mar 02/06/15</b>	<b>mié 01/07/15</b>
13	REGISTRO DE INTERESADOS	8 días	mar 02/06/15	vie 12/06/15
14	ANÁLISIS DE INTERESADOS	17 días	mar 09/06/15	mié 01/07/15
15	<b>PLAN DEL PROYECTO</b>	<b>698,96 días</b>	<b>mié 01/07/15</b>	<b>sáb 21/10/17</b>
16	<b>GESTIÓN DE ALCANCE</b>	<b>60 días</b>	<b>mié 01/07/15</b>	<b>sáb 12/09/15</b>
17	DEFINIR EL ALCANCE	15 días	mié 01/07/15	sáb 18/07/15
18	CREAR EDT/ WBS	45 días	sáb 18/07/15	sáb 12/09/15
19	<b>GESTIÓN DEL TIEMPO</b>	<b>30 días</b>	<b>sáb 12/09/15</b>	<b>lun 19/10/15</b>
20	DEFINIR ACTIVIDADES	30 días	sáb 12/09/15	lun 19/10/15
21	DESARROLLAR CRONOGRAMA	12,5 días	mié 30/09/15	jue 15/10/15
22	<b>GESTIÓN DEL COSTO</b>	<b>38 días</b>	<b>jue 15/10/15</b>	<b>mar 01/12/15</b>
23	REQUISITOS DE FINANCIAMIENTO	17,5 días	jue 15/10/15	jue 05/11/15
24	ESTIMACIÓN DE COSTOS	33 días	mié 21/10/15	mar 01/12/15
25	DESARROLLAR PRESUPUESTO	28 días	mar 27/10/15	mar 01/12/15
26	<b>GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>6 días</b>	<b>jue 15/10/15</b>	<b>jue 22/10/15</b>
27	PLAN DE CALIDAD	6 días	jue 15/10/15	jue 22/10/15
28	<b>GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS</b>	<b>18,5 días</b>	<b>mar 01/12/15</b>	<b>mié 23/12/15</b>
29	PLAN DE RECURSOS HUMANOS	6 días	mar 01/12/15	mié 09/12/15
30	CREACIÓN DE RELACIONES DE TRABAJO	7,5 días	jue 03/12/15	sáb 12/12/15
31	REQUERIMIENTOS DE CARGO	9 días	sáb 12/12/15	mié 23/12/15
32	<b>GESTIÓN DE COMUNICACIONES</b>	<b>555,46 días</b>	<b>mié 23/12/15</b>	<b>sáb 21/10/17</b>
33	PLAN GESTIÓN DE COMUNICACIONES	9 días	mié 23/12/15	mar 05/01/16

Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas



**Ilustración 78: Cronograma 2.**

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
34	ANÁLISIS DE REQUISITOS DE COMUNICACIÓN	48 días	mié 23/12/15	mié 18/10/17
35	DEFINICIONES DE MODELOS DE COMUNICACIÓN	5 días	mié 30/12/15	mié 06/01/16
36	<b>GESTIÓN DE RIESGOS</b>	<b>16,5 días</b>	<b>mié 06/01/16</b>	<b>mié 27/01/16</b>
37	PLAN DE RIESGOS	15 días	mié 06/01/16	lun 25/01/16
38	IDENTIFICAR RIESGOS	6 días	sáb 09/01/16	lun 18/01/16
39	ANÁLISIS CUALITATIVO	6 días	mié 13/01/16	mié 20/01/16
40	ANÁLISIS CUANTITATIVO	6 días	vie 15/01/16	vie 22/01/16
41	PLANIFICACIÓN DE CONTINGENCIA A LOS RIESGOS	7,5 días	lun 18/01/16	mié 27/01/16
42	<b>GESTIÓN DE ADQUISICIONES</b>	<b>22 días</b>	<b>mié 03/02/16</b>	<b>lun 29/02/16</b>
43	PLAN DE ADQUISICIONES	22 días	mié 03/02/16	lun 29/02/16
44	IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ADQUISICIONES	10 días	sáb 06/02/16	jue 18/02/16
45	ANÁLISIS DE ELABORACION O COMPRA	12 días	mié 10/02/16	mié 24/02/16
46	ANÁLISIS DE TIPO DE CONTRATACIÓN	13 días	sáb 13/02/16	lun 29/02/16
47	SELECCIÓN TIPO DE PROVEEDOR	10 días	mié 17/02/16	lun 29/02/16
48	<b>GESTIÓN DE INTERESADOS</b>	<b>8 días</b>	<b>lun 29/02/16</b>	<b>mié 09/03/16</b>
49	PLAN DE INTERESADOS	8 días	lun 29/02/16	mié 09/03/16
50	<b>INFORMES DEL ESTADO DEL PROYECTO</b>	<b>766,25 días</b>	<b>vie 03/07/15</b>	<b>jue 11/01/18</b>
51	INFORME 1 FINALIZACIÓN ETAPA INICIO	2 días	vie 03/07/15	lun 06/07/15
52	INFORME 2 FINALIZACIÓN PLANES	2 días	mié 18/05/16	sáb 21/05/16
53	INFORME 3 FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días	mié 01/03/17	jue 02/03/17

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 79: Cronograma 3.**

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
54	INFORME 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días	sáb 29/07/17	mar 01/08/17
55	INFORME 5 FINALIZACIÓN IMPLMENTACIÓN	2 días	mar 09/01/18	jue 11/01/18
56	<b>REUNIONES DE COORDINACIÓN PERIÓDICA</b>	<b>766,25 días</b>	<b>mié 01/07/15</b>	<b>mar 09/01/18</b>
57	REUNIÓN 1: FINALIZACIÓN ETAPA DE INICIO	2 días	mié 01/07/15	vie 03/07/15
58	REUNIÓN 2: FINALIZACIÓN PLANES	1,33 días	mar 17/05/16	mié 18/05/16
59	REUNION 3: FINALIZACIÓN ANÁLISIS	2 días	lun 27/02/17	mar 28/02/17
60	REUNION 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	2 días	jue 27/07/17	sáb 29/07/17
61	REUNION 5: FINALIZACIÓN IMPLEMENTACIÓN	2 días	sáb 06/01/18	mar 09/01/18
62	<b>CIERRE DEL PROYECTO</b>	<b>217 días</b>	<b>mar 10/07/18</b>	<b>vie 12/04/19</b>
63	REVISIÓN DE CRITERIOS DE FINALIZACIÓN	18 días	mar 10/07/18	jue 02/08/18
64	<b>DESAFECTACIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>24 días</b>	<b>jue 02/08/18</b>	<b>jue 30/08/18</b>
65	ENTREGA DE TRABAJOS PREVIA A LA SALIDA	12 días	jue 02/08/18	jue 16/08/18
66	EVALUACIÓN FINAL DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO	12 días	jue 16/08/18	jue 30/08/18
67	REPORTE FINAL DEL PROYECTO	20 días	jue 30/08/18	sáb 22/09/18
68	PRESUPUESTO FINAL	30 días	mié 05/09/18	mié 10/10/18
69	CRONOGRAMA FINAL	24 días	sáb 08/09/18	mié 24/10/18
70	INDICE DE ARCHIVOS	30 días	sáb 22/09/18	sáb 10/11/18
71	<b>DIRECTORIO DE PARTICIPANTES</b>	<b>45 días</b>	<b>mar 25/09/18</b>	<b>vie 16/11/18</b>
72	PROVEEDORES	5 días	sáb 10/11/18	vie 16/11/18
73	CONSULTORES	5 días	mar 25/09/18	lun 01/10/18
74	EQUIPO	5 días	mar 25/09/18	lun 01/10/18

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 80: Cronograma 4**

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
75	EJECUTOR	5 días	mar 25/09/18	lun 01/10/18
76	DIRECTIVO	5 días	mar 25/09/18	lun 01/10/18
77	DESARROLLO DOCUMENTO DE CIERRE DEL PROYECTO	16 días	vie 16/11/18	lun 21/01/19
78	AUDITORÍA DEL PROYECTO	7 días	lun 21/01/19	vie 12/04/19
79	RECOLECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS	10 días	lun 28/01/19	mié 13/02/19
80	REUNIÓN DE CIERRE	2 días	mié 13/02/19	vie 15/02/19
81	<b>PROFASE DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES</b>	<b>151,25 días</b>	<b>mié 09/03/16</b>	<b>mar 13/09/16</b>
82	<b>DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES</b>	<b>55 días</b>	<b>mié 09/03/16</b>	<b>mar 17/05/16</b>
83	<b>FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO</b>	<b>55 días</b>	<b>mié 09/03/16</b>	<b>mar 17/05/16</b>
84	<b>PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN</b>	<b>20 días</b>	<b>mié 09/03/16</b>	<b>mar 05/04/16</b>
85	VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE DOCUMENTOS	20 días	mié 09/03/16	mar 05/04/16
86	<b>FIRMA DEL CONTRATO</b>	<b>35 días</b>	<b>mar 05/04/16</b>	<b>mar 17/05/16</b>
87	NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	8 días	mar 05/04/16	jue 14/04/16
88	ENTREGA NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	12 días	jue 14/04/16	jue 28/04/16
89	ENVÍO PLAN DE CALIDAD Y PLANIFICACIÓN	15 días	jue 28/04/16	mar 17/05/16
90	<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>40 días</b>	<b>mar 17/05/16</b>	<b>jue 07/07/16</b>
91	<b>MATERIALES</b>	<b>37 días</b>	<b>mar 17/05/16</b>	<b>sáb 02/07/16</b>
92	PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	mar 17/05/16	lun 13/06/16
93	INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	jue 09/06/16	lun 27/06/16
94	CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	mié 15/06/16	sáb 02/07/16
95	<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>40 días</b>	<b>mar 17/05/16</b>	<b>jue 07/07/16</b>
96	PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	mar 17/05/16	lun 13/06/16
97	INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	15 días	jue 09/06/16	lun 27/06/16
98	CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	18 días	mié 15/06/16	jue 07/07/16
99	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>37 días</b>	<b>mar 17/05/16</b>	<b>sáb 02/07/16</b>
100	PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20 días	mar 17/05/16	lun 13/06/16

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 81: Cronograma 5.**

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
101	INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	5 días	jue 09/06/16	mié 15/06/16
102	CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	15 días	mié 15/06/16	sáb 02/07/16
103	<b>ANÁLISIS</b>	<b>56,25 días</b>	<b>jue 07/07/16</b>	<b>mar 13/09/16</b>
104	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN	21 días	jue 07/07/16	mar 02/08/16
105	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	20 días	mar 02/08/16	vie 26/08/16
106	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	15 días	vie 26/08/16	mar 13/09/16
107	<b>DESARROLLO DE DISEÑO</b>	<b>130 días</b>	<b>mar 13/09/16</b>	<b>vie 17/02/17</b>
108	<b>DISEÑO</b>	<b>125 días</b>	<b>mar 13/09/16</b>	<b>sáb 11/02/17</b>
109	VISITAS DE CAMPO	70 días	mar 13/09/16	mié 07/12/16
110	DISEÑO DE REJAS Y COMPUERTAS	70 días	sáb 19/11/16	sáb 11/02/17
111	A PROBABACIÓN DE DISEÑOS PARA FABRICACIÓN	2 días	vie 13/01/17	lun 16/01/17
112	REVISIÓN	16 días	lun 16/01/17	vie 03/02/17

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

**Ilustración 82: Cronograma 6**

	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
113	<b>ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES</b>	<b>243,5 días</b>	<b>lun 16/01/17</b>	<b>vie 27/10/17</b>
114	<b>PERSONAL</b>	<b>27 días</b>	<b>lun 16/01/17</b>	<b>jue 16/02/17</b>
115	RECLUTAMIENTO DE PERSONAL	4 días	lun 16/01/17	vie 20/01/17
116	SELECCIÓN	3 días	vie 20/01/17	mar 24/01/17
117	CAPACITACIONES Y CERTIFICACIONES	20 días	mar 24/01/17	jue 16/02/17
118	<b>EQUIPOS</b>	<b>45,5 días</b>	<b>lun 16/01/17</b>	<b>vie 10/03/17</b>
119	REQUERIMIENTOS	13,33 días	lun 16/01/17	mié 22/02/17
120	SELECCIÓN	8 días	mié 22/02/17	vie 03/03/17
121	COMPRA O ARRENDAMIENTO	6 días	vie 03/03/17	vie 10/03/17
122	<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>30 días</b>	<b>lun 16/01/17</b>	<b>lun 20/02/17</b>
123	TRANSPORTE	15 días	lun 16/01/17	jue 02/02/17
124	ELÉCTRICAS	15 días	lun 16/01/17	jue 02/02/17
125	HIDRÁULICAS	15 días	jue 02/02/17	lun 20/02/17
126	TELECOMUNICACIONES	12 días	jue 02/02/17	jue 16/02/17
127	OTRAS	15 días	jue 02/02/17	lun 20/02/17
128	<b>GESTIÓN DE COMPRA</b>	<b>198 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>vie 27/10/17</b>
129	<b>BIENES DE ORIGEN EXTRANJERO</b>	<b>198 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>vie 27/10/17</b>
130	<b>SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA</b>	<b>198 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>vie 27/10/17</b>
131	Fabricación	120 días	vie 10/03/17	vie 28/07/17
132	Pruebas en Fábrica	10 días	vie 28/07/17	mié 09/08/17
133	Despacho	20 días	mié 09/08/17	vie 01/09/17
134	Transporte Marítimo	15 días	vie 01/09/17	mar 19/09/17
135	Nacionalización	15 días	mar 19/09/17	vie 06/10/17
136	Transporte interno	10 días	vie 06/10/17	mié 18/10/17
137	Entrega en Sitio	8 días	mié 18/10/17	vie 27/10/17
138	<b>SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA CON RASTRILLO VIAJERO</b>	<b>194 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>lun 23/10/17</b>
139	Fabricación	95 días	vie 10/03/17	jue 29/06/17
140	Pruebas en Fábrica	10 días	jue 29/06/17	mar 11/07/17
141	Despacho	20 días	mar 11/07/17	jue 03/08/17
142	Transporte Marítimo	15 días	jue 03/08/17	lun 21/08/17
143	Nacionalización	15 días	lun 21/08/17	jue 07/09/17
144	Transporte Interno	10 días	jue 07/09/17	sáb 21/10/17
145	Entrega en Sitio	1 día	sáb 21/10/17	lun 23/10/17
146	<b>ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA COMPUERTAS</b>	<b>80 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>lun 12/06/17</b>
147	Fabricación	60 días	vie 10/03/17	vie 19/05/17
148	Entrega en Sitio	20 días	vie 19/05/17	lun 12/06/17
149	<b>BIENES DE ORIGEN NACIONAL</b>	<b>119 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>jue 27/07/17</b>
150	<b>COMPUERTAS</b>	<b>119 días</b>	<b>vie 10/03/17</b>	<b>jue 27/07/17</b>
151	Fabricación	90 días	vie 10/03/17	vie 23/06/17
152	Entrega en sitio	13 días	vie 23/06/17	sáb 08/07/17
153	Montaje de Actuadores en compuertas	8 días	sáb 08/07/17	mar 18/07/17
154	Pruebas premontaje	8 días	mar 18/07/17	jue 27/07/17

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas**

**Ilustración 83: Cronograma 7.**

	<b>NOMBRE DE TAREA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>COMIENZO</b>	<b>FIN</b>
155	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>224 días</b>	<b>lun 23/10/17</b>	<b>mié 11/07/18</b>
156	<b>INSTALACIÓN DE COMPUERTAS</b>	<b>120 días</b>	<b>vie 27/10/17</b>	<b>vie 16/03/18</b>
157	ACHIQUE DE CANAL	60 días	vie 27/10/17	vie 05/01/18
158	DEMOLICIÓN DE PLACA	13 días	vie 05/01/18	sáb 20/01/18
159	PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	17 días	sáb 20/01/18	vie 09/02/18
160	INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	21 días	vie 09/02/18	mar 06/03/18
161	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	23 días	sáb 17/02/18	vie 16/03/18
162	<b>MONTAJE NUEVA PROPUESTA</b>	<b>194 días</b>	<b>lun 23/10/17</b>	<b>mié 06/06/18</b>
163	<b>INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO</b>	<b>70 días</b>	<b>vie 16/03/18</b>	<b>mié 06/06/18</b>
164	DESMONTAJE REJA FINA ACTUAL	25 días	vie 16/03/18	sáb 14/04/18
165	INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO FINO	45 días	mar 03/04/18	vie 25/05/18
166	CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	45 días	sáb 14/04/18	mié 06/06/18
167	<b>INSTALACIÓN UNIDADES DE CRIBADO GRUESO</b>	<b>75 días</b>	<b>lun 23/10/17</b>	<b>jue 18/01/18</b>
168	DESMONTAJE REJA GRUESA ACTUAL	25 días	lun 23/10/17	mar 21/11/17
169	INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO GRUESO	60 días	jue 09/11/17	jue 18/01/18
170	CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	20 días	jue 14/12/17	sáb 06/01/18
171	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>30 días</b>	<b>mié 06/06/18</b>	<b>mié 11/07/18</b>
172	PRUEBAS PREARRANQUE	15 días	mié 06/06/18	sáb 23/06/18
173	PRUEBAS POSTARRANQUE	15 días	sáb 23/06/18	mié 11/07/18

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

### 3.1.2.3 Nivelación de recursos

Después de identificar las actividades se considera indispensable definir los recursos empleados para cada actividad, según ilustración 84: análisis de recursos dichos recursos se encuentran clasificada mano de obra, servicios y costo.

Ilustración 84: Análisis de recursos.

NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	ETIQUETA DEL MATERIAL	INICIALES	TASA ESTÁNDAR
Cemento	Material	x bulto	Cemento	\$ 24.000,00
Arena	Material	x metro cuadrado	Ar	\$ 47.000,00
Epóxico	Material	x unidad	Epoxic	\$ 32.000,00
Varilla	Material	x unidad	Varilla	\$ 12.000,00
Motor	Material		Motor	\$ 800.000,00
Mixto	Material	x metro cuadrado	Mixto	\$ 42.000,00
<i>Grouting</i>	Material	x kilo	Grouting	\$ 2.310,00
Poliacrilamida	Material	x bidon	policriamida	\$ 4.500,00
Perfil en U inoxidable 100 mm	Material	x metro	PU4	\$ 4.500.000,00
Platina inoxidable 25 mm x 2 m	Material	x metro	P25	\$ 22.000,00
Sistema de Transmisión	Material	x unidad	ST	\$ 3.000.000,00
Lamina inoxidable calibre 16	Material	x metro	L308C16	\$ 600.000,00
Polipastos	Material	x unidad	Polis	\$ 3.200.000,00
Monorrieles	Material	x unidad	Monor	\$ 1.250.000,00
Tornillería	Material	x unidad	T	\$ 1.200,00
Alambre	Material	x chipa	Alambre	\$ 4.000,00
Cable	Material	x metro	Cable	\$ 2.000,00
Cilindro hidráulico	Material	x unidad	C	\$ 3.000.000,00

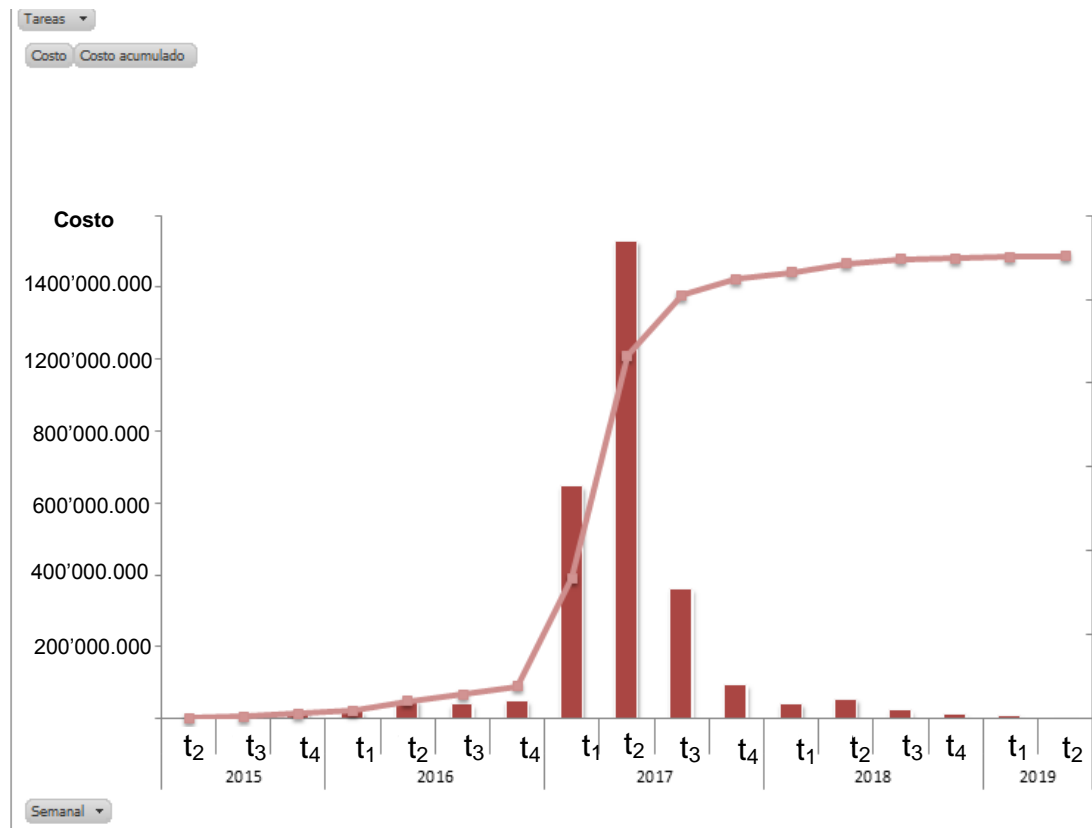
**Fuente:** Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

Línea base costo, con presupuesto al nivel definido para cuentas de control Los costos del proyecto se evidencian en las ilustraciones 52,53.

### 3.1.3 Indicadores.

Para el proyecto se emplearon las siguientes actividades de control: como lo son la curva S, ver ilustración 85: Curva S avance, Ilustración 86: Presupuesto:

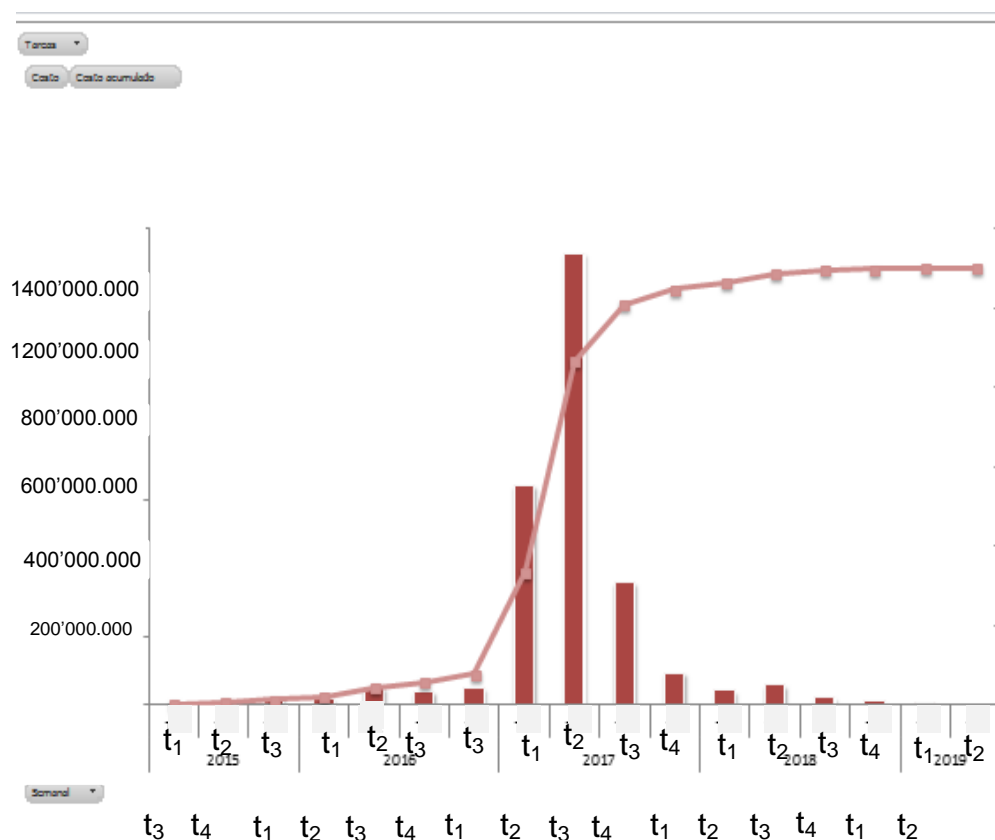
**Ilustración 85 Curva S avance.**



t<sub>n</sub>: número de trimestre.

**Fuente: Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.**

## Ilustración 86: Curva S presupuesto



$t_n$ : número de trimestre

**Fuente:** Archivo MS Project “Proyecto Rejas Finas Adquisiciones”.

### 3.1.4 Riesgos principales.

Para los riesgos principales se ha identificado y evaluado el impacto, probabilidad de ocurrencia y acciones. Los riesgos que el proyecto presenta, son producto de una identificación inicialmente, posteriormente se realizó la posible valoración cuantitativa y cualitativa para poder analizar sus consecuencias y así mismo determinar el grado de probabilidad de ocurrencia como es visualizado en las ilustraciones 44: Riesgo 1 y 45 riesgo 2, respectivamente y la contingencia más propia para mitigar el riesgo definido. A continuación mostramos las contingencias a los mismos. Ilustración 87: Contingencias para riesgos, ilustración 88: Riesgos a monitorear.

Ilustración 87: Contingencias para riesgos.

RIESGO	PROBABILIDAD		IMPACTO		NIVEL DE RIESGO		VALOR	PREDECESORA	VME	CONTIGENCIA
	CALIFICACIÓN	FACTOR	CALIFICACIÓN	FACTOR	FACTOR	CALIFICACIÓN				
VANDALISMO, AFECTACIÓN POR HURTOS O SIMILARES A LA PLANTA POR PARTE DE LA COMUNIDAD ALEDAÑA	ALTAMENTE PROBABLE	0,4200	CRÍTICO	0,22	0,09	MEDIO	300000000		-27720000	Implementar un plan de seguridad integral el cual sea de integral participación, es decir implementación de tecnología y celaduría normal
BAJO NIVEL EN FORMACIÓN TECNOLÓGICA	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	5353600	38	-269821,44	Desarrollar un plan de recursos humanos el cual permita identificar los roles y responsabilidades requeridos por el proyecto
FALTA DE CUMPLIMIENTO CON LAS FECHAS DE ENTREGA	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	103603200	4	-5221601,28	Buscar maneras de simplificar el proyecto Asignar tareas paralelas a diferentes miembros del equipo
MANTENIMIENTOS APLAZADOS	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	230000000	N/A	-1159200	Crear cronogramas personales, analizarlos y quitar las actividades no necesarias.
NO TENER PRESUPUESTO	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	112429600	3	-5666451,84	Priorizar las actividades de los periodos y asignar el tiempo de manera acorde al monto presupuestado
RECORTES PRESUPUESTARIOS	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	112429600		-5666451,84	Revisión y control del monto presupuestado y actividades realizadas, con el fin de replanificar y corregir planteamientos logísticos
INCUMPLIMIENTO A LA LICENCIA AMBIENTAL POR POSIBLES PARADA DE PLANTA AL TENER EQUIPOS FUERA DE SERVICIO.	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	112429600	3	-5666451,84	• Definir por anticipado los atributos de calidad • Crear por anticipado el estándar de codificación del equipo • Designar los módulos que se deben inspeccionar
INCUMPLIMIENTO DE LA META DEFINIDA DE REMOSION DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	112429600		-5666451,84	• Investigar si ya existen estrategias de solución recomendadas e implementadas
POSIBILIDAD DE FISURAS EN TANQUES QUE CONTIENEN AGUA RESIDUAL	MODERADO	0,1200	CATASTRÓFICO	0,42	0,05	MEDIO	845770683	34	-42626842,42	Desarrollo de Análisis y selección de e
FALLAS EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTO DEBIDO A TENDENCIAS A LA SUBCONTRATACIÓN DE LABORES	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	890000000	N/A	-4307600	quipos de vibración Definir estándares de calidad y personal calificado en el área de desempeño
FALTA DE PROVEEDORES CONFIABLES	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	112429600	5	-5441592,64	Definir estándares de calidad y personal calificado en el área de desempeño
EXPOSICIÓN EN CAMBIOS DE PRECIOS EN LOS BIENES	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	103603200	4	-5014394,88	Estipular y prever dichos cambios en la planeación del proyecto
AUMENTO DE NIVELES Y CAUDALES DE CAPTACIÓN EN EL CANAL	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	845770683	34	-40935301,06	control y monitoreo de niveles bajo los protocolos definidos por el departamento de salud ocupacional.
POSIBILIDADES DE CORTOS CIRCUITOS EN LA MANIPULACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA Y AUTOMATIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE EQUIPOS A OPTIMIZAR , VOLTAJES 440V , 120V , 24V, 12V.	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	845770683	34	-40935301,06	control y monitoreo de los protocolos definidos por el departamento de salud ocupacional.
POSIBILIDADES DE ACCIDENTALIDAD EN LA MANIPULACIÓN DE LOS EQUIPOS (CARGAS PESADAS Y ELEVADAS SUPERIORES A 2 TON)	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	845770683	34	-40935301,06	Cumplir, ejecutar y cumplir todas las normas y tendencias desarrolladas por el departamento de salud ocupacional bajo trabajo seguro
ACCIDENTES A PERSONAL EN INSTALACIÓN Y MONTAJE	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	150000000		-7260000	Cumplir, ejecutar y cumplir todas las normas y tendencias desarrolladas por el departamento de salud ocupacional bajo trabajo seguro
ENFERMEDADES POR CONTACTO CON AGUA CONTAMINADA	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	300000000		-1452000	Cumplir, ejecutar y cumplir todas las normas y tendencias desarrolladas por el departamento de salud ocupacional bajo trabajo seguro
RESISTENCIA AL CAMBIO	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	60000000		-290400	Desarrollar planes de comunicación e integración con comunidades aledañas al sector de la PTAR Salitre
DECLARAR EL PROYECTO EXENTO DE IMPUESTOS	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	550000000		26620000	Realizar el trámite pertinente para q el proyecto se encuentre exento de IVA
NO SE PRESENTE NINGUN ACCIDENTE LABORAL	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	200000000		968000	implementar un esquema integral de beneficio para la minimización de riesgos
REDUCIR FALLAS EN EQUIPOS POSTERIORES AL PROCESO DE LAS UNIDADES DE CRIBADO	MUY PROBABLE	0,2200	CRÍTICO	0,22	0,05	MEDIO	450000000		2178000	Calcular y supervisar los indicadores de gestión como producto de resultados obtenidos

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 88: Riesgos a monitorear.

RIESGO	PROBABILIDAD		IMPACTO		NIVEL DE RIESGO		VALOR	VME
	CALIFICACIÓN	FACTOR	CALIFICACIÓN	FACTOR	FACTOR	CALIFICACIÓN		
LONGITUD DEL PERIODO DE ESTUDIO	PROBABLE	0,1400	CRÍTICO	0,22	0,03	MONITOREAR	5.353.600,00	-164890,88
POSIBLES FUGAS EN LAS COMPUERTAS DE CONTENCIÓN (ATAGUIAS)	PROBABLE	0,1400	CRÍTICO	0,22	0,03	MONITOREAR	845.770.683,00	-26049737,04
FALLAS EN EQUIPOS ADQUIRIDOS PARA OPTIMIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE CRIBADO	RARO	0,0700	CATASTRÓFICO	0,42	0,03	MONITOREAR	89.000.000,00	-2616600
INEXACTITUD DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO	RARO	0,0700	CATASTRÓFICO	0,42	0,03	MONITOREAR	8.826.400,00	-259496,16
DAÑOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS POR NO TENER LOS INSUMOS DISPONIBLES.	MODERADO	0,1200	CRÍTICO	0,22	0,03	MONITOREAR	845.770.683,00	-22328346,03
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	PROBABLE	0,1400	MAYOR	0,14	0,02	MONITOREAR	222.956.700,00	-4369951,32
LA DURACIÓN DEL PROYECTO SEA INFERIOR A LO PLANIFICADO	PROBABLE	0,1400	MAYOR	0,14	0,02	MONITOREAR	20.000.000,00	392000
FALLAS EN SERVICIOS BÁSICOS (Luz, Agua, Teléfono, etc.)	MODERADO	0,1200	MAYOR	0,14	0,02	MONITOREAR	104.933.300,00	-1762879,44
ENCONTRAR MÚLTIPLES INVERSIONISTAS O ENTES SIN ÁNIMO DE LUCRO	PROBABLE	0,1400	MODERADO	0,12	0,02	MONITOREAR	100.000.000,00	1680000
NO CUMPLIR CON LAS CARACTERÍSTICAS TECNICAS REQUERIDAS, PARA OPTIMIZAR LA REMOSIÓN DE SÓLIDOS EN CADA UNIDAD DE CRIBADO	RARO	0,0700	CRITICO	0,22	0,02	MONITOREAR	112.429.600,00	-1731415,84
INCAPACIDAD FINANCIERA A LARGO PLAZO	RARO	0,0700	CRITICO	0,22	0,02	MONITOREAR	112.429.600,00	-1731415,84
PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	MODERADO	0,1200	MODERADO	0,12	0,01	MONITOREAR	15.000.000,00	-216000
PERDIDA DE PERSONAL CLAVE	MODERADO	0,1200	MODERADO	0,12	0,01	MONITOREAR	25353600	365091,84
AGLOMERACIONES DE PÚBLICO, POR INCORFORMIDADES APARENTES EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	RARO	0,0700	MODERADO	0,12	0,01	MONITOREAR	112429600	-944408,64

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2 Planes de proyecto.

Finalmente se desarrollan los planes de gestión para el proyecto como se muestra en el numeral 3.2.1 Planes de gestión del Proyecto.

#### 3.2.1 Planes de gestión del proyecto.

A continuación presentamos los planes pertinentes al proyecto, en cada uno de estos se desarrollan los temas relacionados a las áreas del conocimiento, donde se explica de manera detallada lo relacionado al tema. Tabla 4: Planes de gestión.

**Tabla 6: Planes de gestión.**

<i>PROJECT CHARTER</i>	Documento que muestra la constitución del proyecto, sus alcances, límites y requerimientos, es un resumen detallado desde donde comienza hasta el final del mismo.
<i>PROJECT MANAGEMENT</i>	Traza los objetivos propuestos en el proyecto, basados en la organización, muestra el planteamiento y los recursos con los que se cuentan.
<i>PRODUCT SCOPE</i>	Se detallan los determinantes y requerimientos del producto que se hará dentro del proyecto, es decir, en nuestro caso todo el montaje de las rejillas finas del proceso de cribado de planta.
<i>REGISTRO DE INTERESADOS</i>	Contiene la lista detallada de las personas que intervienen en el proyecto y que pueden influenciar en él. Datos y especificaciones de cada uno, para facilitar comunicación con ellos en caso que se requiera.
<i>MATRIZ DE INTERESADOS</i>	Concluye las personas o grupos que se verán afectados de manera positiva o negativa por la ejecución del proyecto, con su respectivo grado de influencia.
<i>PLAN DEL MANEJO DE ALCANCE</i>	El plan de manejo de alcance nos detalla hasta donde se quiere llegar con el proyecto, que abarca y que no se incluye dentro de él, con el fin de delimitar objetivos y evitar inconvenientes al cierre, pues no incluirá más de lo que este escrito en este plan.
<i>PLAN DE REQUISITOS</i>	El plan de requisitos se centra en los requerimientos del producto, tales como especificaciones técnicas del producto, materiales a utilizar bajo que normas y especificaciones, aparte de requisitos legales y de la organización que se exigen para el desarrollo del proyecto.
<i>PLAN DE CAMBIOS</i>	En caso tal de tener que realizar algún tipo de ajuste a

	algún factor del proyecto –tiempo, costo, recurso humano, etc.- en este plan se muestran las contingencias que se deben realizar en caso tal. Muestra un listado de los posibles cambios que se puedan dar durante la ejecución del proyecto.
<i>PLAN DE TIEMPOS</i>	El plan de tiempos muestra la duración que cada actividad debe durar, y el tiempo total del proyecto, deben respetarse los tiempos para evitar retrasos o contratiempos durante o al final del proyecto.
PLAN DE COSTOS	Es aquel que nos indica todo lo relacionado al presupuesto que tiene el proyecto, la explicación de la recuperación del dinero invertido y la manera en que se controlara el buen manejo de los costos durante el proyecto.
<i>PLAN DE SEGURIDAD</i>	El plan de seguridad informa los requisitos que deben cumplir los trabajadores, para un buen desempeño evitando accidentes laborales. Muestra la regularidad con la que se realizaran las capacitaciones y los implementos que no deben faltar en los días laborales dentro del a planta, así como los cursos y certificaciones con los que deben contar.
<i>PLAN DE RECURSOS HUMANOS</i>	En este plan se detallan todos los integrantes de proyecto, sus roles, responsabilidades y autoridades que tendrán dentro de la ejecución del proyecto, así como las bonificaciones que obtendrán, los requisitos que deben cumplir para las contrataciones que se requieran hacer.

### 3.2.2 Project charter.

PROJECT CHARTER.	
<b>Título del Proyecto:</b> Modernización Proceso de cribado PTAR Salitre.	
<b>Patrocinador de Proyecto:</b> EAB. <b>Fecha de Preparación:</b> _____ <b>Gerente de Proyecto:</b> __ <b>Cliente del Proyecto:</b>	
DESCRIPCIÓN DEL	
	PROYECTO
	<p>El proyecto está dirigido a optimizar el proceso de cribado remplazando las unidades de cribado grueso y fino empleando tecnologías mejoradas y eficientes que permitan mejorar y aumentar la remoción de sólidos en el proceso de pretratamiento del agua residual.</p>
JUSTIFICACIÓN DEL	
	PROYECTO
	<p>En la PTAR EL SALITRE el proceso de cribado no es óptimo, ya que no se realiza una remoción de sólidos acorde a los objetivos planeados; se filtra gran cantidad de residuos, su mantenimiento es costoso, y los equipos que componen este proceso presentan múltiples fallas, al igual la mayoría de los equipos ya cumplieron su vida útil y las constantes anomalías presentadas repercuten en otras líneas del proceso.</p>

REQUISITOS DE	
	ALTO NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El patrocinador aprobará las actividades las actividades definidas antes de continuar con el proceso de planificación.</li> <li>• La aprobación de los riesgos será aprobado por el patrocinador.</li> <li>• No sobrepasar los \$2.985.000.000 millones de pesos estimados para el desarrollo del proyecto.</li> <li>• Realizar las actividades planificadas por el proyecto en un periodo no mayor a los tres años.</li> <li>• Aumentar la remoción de sólidos en un porcentaje no inferior a 40%</li> </ul>
REQUISITOS DE	
	ALTO NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar la frecuencia de mantenimiento preventivo a periodos semestrales y reducir el mantenimiento correctivo en un 60%.</li> <li>• Los materiales a usar deben resistir el ataque químico, la fricción mecánica, el alto impacto, como lo son el acero inoxidable serie 200 y 300 AISI en cuanto a estructura y sistema de mecanismos.</li> <li>• El sistema eléctrico y de automatización debe resistir la humedad, el alta presencia de humedad y gases volátiles.</li> <li>• Coordinar la logística del montaje de equipos para minimizar tiempos muertos</li> </ul>

RIESGOS DE	
	ALTO NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas con las comunidades aledañas.</li> <li>• Variaciones de en el clima, como aumento de precipitaciones o aumento del caudal de recepción.</li> <li>• Retraso en la entrega de autorizaciones, permisos ambientales o similares.</li> <li>• Retraso en las definiciones técnicas y legales.</li> <li>• Demoras en la aprobación de diseños.</li> <li>• Demoras en la elaboración de equipos.</li> <li>• Problemas con la adquisición de personal (certificado en altura y espacios confinados).</li> <li>• Riesgo de accidentalidad en las labores de montaje y desmontaje de equipos.</li> </ul>

RESUMEN DE HITOS	FECHA DE VENCIMIENTO
Entregable con alternativa de solución	MES 2
Entregable con soportes de información	MES 3
Entregable con diseño con diseño seleccionable y aprobado	MES 6
Entregable con soportes de nuevos contratos y compras	MES 7
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO</b>	

El presupuesto estimado por la Planta de Tratamiento de agua residual 2.985.000 de pesos. El proyecto no debe superar este valor y debe incluir el inicio de las operaciones al igual la etapa de pruebas.

STAKEHOLDERS	ROLES
Gobierno	Entidad sponsor, y ente auditor, controlador del proyecto.
Comunidad	Es la zona de influencia la cual actúa como auditor del proyecto, es el grupo el de impacto sobre el cual se verá beneficiada la ejecución del proyecto.
Prensa	Es un ente de comunicación y supervisión el cual influye indirectamente en el proyecto.
Gerente del proyecto.	Es en quien el propietario, organización y patrocinador depositan la autoridad y responsabilidad para ejecutar el proyecto.
Patrocinador (EAB).	Identifica la necesidad y lidera la ejecución de acciones para satisfacerla.
Equipos de trabajo.	Son los elementos que componen el recurso humano de la organización e influyen en proyecto y prestan servicios para el desarrollo y ejecución del mismo.
Proveedores	Son los elementos los cuales abastecerán el proyecto con los requerimientos de materiales e insumos que solicite cada etapa del proyecto.

	OBJETIVOS	CRITERIOS DE ÉXITO	QUIEN APRUEBA
<b>Costo</b>	Estar dentro del presupuesto planificado que la empresa tiene destinado para la modernización de este proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de materiales que conlleven a la reducción de costos.</li> <li>• Mayor vida útil de los materiales.</li> <li>• Reducir precios y cantidades de materiales que requieran cambio constante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefatura de Mantenimiento y de planta de PTAR Salitre</li> <li>• Jefatura de Empresa de Acueducto.</li> <li>• Departamento de compras y contratación.</li> </ul>
<b>Calidad</b>	Implementar materiales que tengan mayor resistencia ofreciendo una mayor vida útil y un mejor servicio.	<p>Uso de materiales que no requieran ser cambiados de manera tan frecuente como se presenta actualmente.</p> <p>Evitar fallas durante el momento en el que se realiza el proceso, por medio de materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefatura de Mantenimiento y de planta de PTAR Salitre</li> <li>• Jefatura de Empresa de Acueducto.</li> <li>• Departamento de compras y contratación.</li> </ul>

### **DECISIONES DEL PERSONAL**

El personal involucrado en el proyecto debe ser proporcionado por la empresa que vaya a realizar los cambios. Pero en la fase inicial se debe incluir a personal de la planta para obtener la información necesaria para el desarrollo del nuevo producto.

### **RESOLUCION DE CONFLICTOS.**

El conflicto principal es el paso de residuos gruesos lo que afecta de manera directa las siguientes partes de proceso; por esta razón el conflicto principal a evitar es el retraso de la demás etapas del proceso por deficiencias en el cribado.

### **DECISIONES TECNICAS.**

Estarán dadas por el tipo de materiales que se vayan a usar en la nueva propuesta. Las especificaciones técnicas deben ser claras y acorde a las necesidades que la planta requiere que intervendrá en el proyecto, ya sean agentes externos o personas de la planta.

\_\_\_\_\_  
Firma - Project Manager

\_\_\_\_\_  
Firma del Sponsor

\_\_\_\_\_  
Nombre - Project Manager

\_\_\_\_\_  
Nombre del Sponsor

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



### 3.2.3 Project management.

## PLAN DE GESTIÓN DE PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
Modernización Proceso Cribado		MPCPTARS	
CICLO DE VIDA DEL PROYECTO Y ENFOQUE MULTIFASE: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO Y LAS CONSIDERACIONES DE ENFOQUE MULTIFASE (CUANDO LOS RESULTADOS DEL FIN DE UNA FASE INFLUYEN O DECIDEN EL INICIO O CANCELACIÓN DE LA FASE SUBSECUENTE O DEL PROYECTO COMPLETO).			
CICLO DE VIDA DEL PROYECTO		ENFOQUES MULTIFASE	
FASE DEL PROYECTO (1º NIVEL DEL WBS)	ENTREGABLE PRINCIPAL DE LA FASE	CONSIDERACIONES PARA LA INICIACIÓN DE ESTA FASE	CONSIDERACIONES PARA EL CIERRE DE ESTA FASE
1.1 GESTIÓN DEL PROYECTO.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Project Charter</i></li><li>• <i>Scope Statement.</i></li><li>• EDT (ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO)</li><li>• Diccionario EDT</li><li>• <i>Schedule</i></li><li>• Presupuesto</li><li>• <i>RAM.</i></li><li>• Informes de avance.</li></ul>		
1.2 PROFASE DEFINICIONES TÉCNICAS Y LEGALES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrato de la prestación del servicio.</li><li>• Plan de requerimientos y especificaciones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para la iniciación de la fase es necesario la asignación previa del contrato y del interventor.</li></ul>	
1.3 DESARROLLO DE DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planos aprobados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para la iniciación de la fase es necesario haber definido previamente los términos legales y técnicos.</li></ul>	
1.4 ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plan de adquisiciones. contrataciones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para la iniciación de la fase es necesario haber definido previamente los términos legales, técnicos y diseños definidos</li></ul>	
1.5 IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Informes de avance y gestión.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El inicio de la implementación dependerá de la firma de la fase es necesario</li></ul>	Concluida la implementación y los informes de avance se inicia el cierre del proyecto

PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS: DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DE					
PROCESO	NIVEL DE IMPLANTACIÓN	INPUTS	MODO DE TRABAJO	OUTPUTS	HERRAMIENTAS Y
Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto. ( <i>Project charter</i> )	Una sola vez, al inicio del proyecto.	Enunciado y generalidades del proyecto.	Reuniones entre el Sponsor , Project Manager y asistentes especializados según el requerimiento	Acta de Constitución del Proyecto. (Project charter)	Plantillas y formularios.
Desarrollar el enunciado del alcance del proyecto	Una sola vez, al inicio del proyecto.	Actas de constitución del proyecto.  Enunciado del alcance del proyecto	Reuniones entre el Sponsor , Project Manager y asistentes especializados según el requerimiento	Enunciado del proyecto preliminar	Plantillas y formularios.
Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto.	Al inicio del proyecto, con posibilidades de actualización.	Enunciado del alcance del proyecto	Reuniones, lluvia de ideas de todo el equipo del proyecto.	Plan de Gestión del proyecto	Plantillas y formularios.
Planificación del Alcance		Acta de Constitución del Proyecto. - Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar. - Plan de Gestión del Proyecto.	Reuniones del equipo.	Plan de Gestión del Alcance del Proyecto.	Plantillas y formularios.
Crear EDT		Plan de Gestión del Alcance del Proyecto.	Reuniones del equipo del proyecto Redactar el Diccionario EDT.	EDT Diccionario de la EDT	Plantillas y formularios.
Desarrollo del Cronograma		Enunciado del Alcance del Proyecto.  Plan de Gestión del Proyecto.	Reuniones con el equipo del trabajo, expertos y demás, para la definición y estimación de tiempos en cada una de la actividades	Cronograma. Calendario. Actualizaciones del plan de gestión.	Plantillas y formularios. Cronogramas anteriores.  Juicio de expertos.
Preparación del presupuesto de costo.		Alcance del proyecto. EDT. Diccionario EDT.	Reuniones, recolección de información, análisis y definición de requerimientos, selección de	- Línea de base de costos. - Plan de gestión de costos.	Estudios

Planificación de calidad.		Factores ambientales de la empresa. - Enunciado del Alcance del Proyecto. - Plan de Gestión del Proyecto	Establecimiento de objetivos de calidad.	Plan de Gestión de Calidad.	Estudios, análisis por juicios de expertos.
Planificación de los Recursos Humanos		Factores ambientales de la empresa y Plan de gestión del proyecto	Reuniones de definición de roles perfiles y responsabilidades; conformando estratégicamente y metodológicamente el equipo de trabajo.	Estructura organizacional. Roles, responsabilidades y perfiles. Plan de Gestión de Personal.	Organigrama y perfiles de cargos.
Planificación de las comunicaciones		Alcance del proyecto. Plan de gestión del proyecto. Factores ambientales de la empresa.	Reuniones con los miembros del equipo, interesados y entes de alta incidencia en el proyecto	Plan de Gestión de las comunicaciones.	Análisis y selección de necesidades de comunicaciones.
Planificación de la Gestión de Riesgos.		Factores ambientales de la empresa. Enunciado del alcance proyecto. Plan de Gestión del proyecto.	Identificar riesgos, priorizarlos, posteriormente planificar respuestas y contingencias a los riesgos definidos	Plan de Gestión de Riesgos.	Reuniones, evaluación y análisis de expertos.
Planificar compras y adquisiciones.		Alcance del proyecto. EDT. Diccionario EDT. Plan de Gestión del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"><li>Identificar necesidades de adquisiciones.</li><li>Planificar adquisiciones.</li><li>Solicitar recursos, analizar y seleccionar cotizaciones, negociar y</li></ul>	Plan de Gestión de las Adquisiciones.	Selección de conveniencia. Análisis y selección de proveedor fundamentado en los criterios requeridos para el proyecto.
Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto		Plan de Gestión del proyecto.	Reuniones informativas, de coordinación y análisis de estado del proyecto.	Entregables. Implementaciones. Informes de avances. Solicitudes de cambio o implementación.	Plantillas, formularios, informes de control y avances, reuniones
Controlar proyecto	el	Durante el proyecto. <ul style="list-style-type: none"><li>Plan de Gestión del Proyecto.</li><li>Información sobre</li><li>el rendimiento del trabajo.</li></ul>	Reuniones de información estado del proyecto. Reuniones de Coordinación de actividades.	<ul style="list-style-type: none"><li>Informes de avances.</li><li>Acciones de mejoras.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Asignación y nivelación de recursos.</li><li>Método ruta crítica.</li></ul>

Informar avances	Desde el inicio del proyecto	Plan de Gestión del proyecto. Mediciones	Informes de avance control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de avances.</li> <li>• Acciones de mejoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de revisión.</li> <li>• Informes e estado y control del proyecto.</li> <li>• Control de culminación de hitos.</li> </ul>
<b>ENFOQUE DE TRABAJO: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODO EN QUE SE REALIZARÁ EL TRABAJO DEL PROYECTO PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.</b>					
El proyecto se planifica con la intención de suministrar información de fácil comprensión para cada uno de los integrantes equipo de proyecto:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicialmente se define el alcance del proyecto mediante reuniones, concertaciones y puestas en común.</li> <li>2. Se elaboran y definen los planes y formatos que requieran para la gestión del proyecto.</li> <li>3. Se definen aspectos legales para asignación de responsabilidades.</li> <li>4. Se realiza trabajo investigativo de condiciones de trabajo, estados del arte, etc.</li> <li>5. Se establecen adquisiciones y recursos para abastecimiento del proyecto realiza plan de adquisiciones y o similar.</li> <li>6. Se definen reuniones de supervisión e informes de control y avance.</li> <li>7. Se realiza verificación y control de entregables al terminar el cierre.</li> </ol>					
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIOS: DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN QUE SE MONITOREARÁN Y CONTROLARÁN LOS CAMBIOS, INCLUYENDO EL QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO, DÓNDE.</b>					
Ver plan de gestión de cambios.					
<b>PLAN DE GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN: DEFINE AQUELLOS ITEMS QUE SON CONFIGURABLES, AQUELLOS ITEMS QUE REQUIEREN UN CONTROL FORMAL DE CAMBIOS, Y LOS PROCESOS PARA CONTROLAR LOS CAMBIOS A DICHOS ITEMS.</b>					
Ver plan de gestión de configuración.					
<b>GESTIÓN DE LÍNEAS BASE: DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN QUE SE MANTENDRÁ LA INTEGRIDAD, Y SE USARÁN LAS LÍNEAS BASE DE MEDICIÓN DE PERFORMANCE DEL PROYECTO, INCLUYENDO EL QUÉ, QUIÉN,</b>					
El proyecto presentara periódicamente una revisión la cual se ha precedido por algunas supervisorías y recolecciones de información, para seguidamente realizar la comparación con la línea de base., al igual contendrá el estado actual de proyecto la posición actual del proyecto mientras que el informe de performance del proyecto es un documento que se presentara semanalmente en la reunión de coordinación del equipo de proyecto, y debe presentar la siguiente información:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado Actual del Proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Situación del Alcance: Avance Real y Avance Planificado.</li> <li>o Eficiencia del Cronograma: SV y SPI.</li> <li>o Eficiencia del Costo: CV y CPI.</li> <li>o Cumplimiento de objetivos de calidad.</li> </ul> </li> <li>- Reporte de Progreso:</li> <li>- Alcance del Periodo: % de avance planificado y % real del periodo.</li> </ul>					

### 3.2.4 Product scope.

<b>Título del Proyecto:</b> Modernización Proceso de cribado PTAR Salitre.	
<b>Patrocinador de Proyecto:</b> EAB.	
<b>Fecha de Preparación:</b> _____	
<b>Gerente de Proyecto:</b> _____	<b>Cliente del Proyecto:</b> _____
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
	Implementar nueva maquinaria, con nuevos materiales, para optimizar el proceso de cribado en la planta de tratamiento de aguas residuales, esta implementación no debe permitir el paso de residuos y tener lapsos de tiempo más largos entre mantenimientos.
<b>ENTREGABLES DEL PROYECTO</b>	
	Entregable con alternativa de solución seleccionada. Entregable con los soportes de información. Entregable con diseño seleccionado y aprobado. Entregable primera y última estructura terminadas. Entregable con soportes de nuevos contratos y compras.

<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener lapsos de tiempo más amplios entre intervenciones correctivas.</li> <li>- Uso de materiales resistentes que no requieran cambios seguidos.</li> <li>- Resistencia de maquinaria en temporada de invierno donde el caudal aumenta.</li> <li>- Mantener el presupuesto durante la ejecución del proyecto.</li> </ul>
<b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los demás procesos que se llevan a cabo dentro de la planta no se deben intervenir en esta parte, pues el presupuesto esta específicamente destinado a este punto, y la solución deberá ser proporcionada allí.</li> </ul>
<b>LIMITACIONES DEL PROYECTO</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El presupuesto es la primera limitación que hay. Seguido a esto, aunque es una modernización del proceso, este no puede ser trasladado a otro punto de la planta, se debe desmontar lo actual e implementar lo nuevo en ese mismo punto.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS DEL PROYECTO</b>	
<p>No habrá ningún tipo de licitación, partiremos del supuesto que el proyecto ya se adjudicó a nosotros.</p>	

\_\_\_\_\_  
Firma - Project Manager

\_\_\_\_\_  
Firma del Sponsor

\_\_\_\_\_  
Nombre - Project Manager

\_\_\_\_\_  
Nombre del Sponsor

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

3.2.5 Registro stakeholders.

REGISTRÓ STAKEHOLDERS.										
NOMBRE DEL PROYECTO:					SIGLAS DEL PROYECTO				CLASIFICACIÓN	
Modernización Proceso Cribado PTAR					MPCPTARS					
NOMBRE	EMPRESA Y PUESTO	LOCALIZACIÓN	ROL EN EL PROYECTO	INFORMACIÓN DE CONTACTO	REQUERIMIENTO PRIMORDIAL	EXPECTATIVA PRINCIPAL	INFLUENCIA POTENCIAL	INTERÉS	INTERNO / EXTERNO	APOYO / NEUTRAL / OPOSITOR
	JEFE DE PTAR – Interventor.(SPONSOR)	Bogotá	Sponsor	300 347 8431 pinzonh@gmail.com	Llevar a cabo todo el proyecto	Mejoramiento de las funciones	Alta	Todo el Proyecto	Interno	Apoyo
	Gerente del Proyecto	Bogotá	Project Manager	315 678 43 24 ldcm10@live.net	Cumplir con el Plan de Proyecto	Que el proyecto sea culminado exitosamente	Alta	Todo el Proyecto	Interno	Apoyo
	Ingeniero Mecánico	Bogotá	Ingeniero Mecánico	300 445 2356 jv9340@live.net	Apoyar el plan del su proyecto totalidad	Aportar a cada fase lo mayor posible	Media	Todo el proyecto	Interno	Apoyo
	Ingeniero Civil	Bogotá	Ingeniero Civil	300 445 2356 jv9340@live.net	Apoyar el plan del su proyecto totalidad	Aportar a cada fase lo mayor posible	Media	Todo el proyecto	Interno	Apoyo
	Ingeniero Eléctrico	Bogotá	Ingeniero Eléctrico	300 445 2356 jv9340@live.net	Apoyar el plan del su proyecto totalidad.	Aportar a cada fase lo mayor posible	Media	Todo el proyecto	Interno	Apoyo
	Arquitecto	Bogotá	Arquitecto	300 445 2356 jv9340@live.net	Apoyar el plan del su proyecto totalidad	Aportar a cada fase lo mayor posible	Media	Todo el proyecto	Interno	Apoyo
	Coordinador legal	Bogotá	Abogado	Ordonez.m@live.net	Brindar asesoría requerida	Que se lleve a cabo el proyecto	Alta	Planificación	Interno	Neutral
	Mecánico.	Bogotá	Mecánico	Sierra.francisco@live.net	Apoyar de manera eficiente, en las labores requeridas	Aprender de cada fase del proyecto.	Baja	Ejecución	Interno	Neutral
	Coordinador montaje	Bogotá	Coordinador montaje	cparedes@live.net	Coordinar de manera eficiente	Aprender de cada fase del proyecto.	Baja	Ejecución	Interno	Neutral
	Técnico en demolición	Bogotá	Técnico en demolición	Leal.d@live.net	Cumplir los objetivos	Cumplir bien su rol en el proyecto	Baja	Planificación Ejecución	Interno	Apoyo
	Asistente de arquitectura	Bogotá	Asistente de arquitectura	Botero.j@live.net	Apoyar las labores encomendadas en el área de desempeño.	Aprender de cada fase del proyecto.	Baja	Planificación Ejecución	Interno	Apoyo
	Asistente de proyecto	Bogotá	Asistente de proyecto	clib@live.net	Apoyar las labores encomendadas en el área de desempeño.	Aprender de cada fase del proyecto.	Baja	Planificación Ejecución	Interno	Apoyo
	Operario eléctrico	Bogotá	Electricista	Ortiz.j@live.net	Evitar inconvenientes	Incrementar conocimientos	Baja	Ejecución	Interno	Apoyo
	Operario General	Bogotá	Auxiliar demolición – mecánico	Lopez.h@live.net	Apoyar en todo lo necesarios	Desarrollar capacidades	Baja	Ejecución	Interno	Apoyo
	Contratista	Bogotá	Contratista	Cruz.k@live.net	Llevar a buen término el proyecto	Cumplir bien su rol en el proyecto	Alta	Todo el proyecto	Interno	Apoyo
	Interventor	Bogotá	Interventor	Delgado.a@live.net	Brindar transparencia al proyecto	Velar por la correcta ejecución	Alta	Todo el proyecto	Interno	Neutral
	Comunidad	Bogotá	Comunidad	Gomez.h@live.net	Buscar la tranquilidad de todos	Llegar a buenos acuerdos	Alta	Ejecución	Externo	Opositor
	Gobierno	Bogotá	Gobierno		Brindar control, auditoria y transparencia al proyecto	Velar por la correcta ejecución de cada uno de los recursos destinados al proyecto	Alta	Todo el proyecto	Interno	Neutral
	Prensa	Bogotá	Prensa		Comunicar a la comunidad y demás entes los avances y sucesos del proyecto.	Comunicar, y servir de enlace informativo con la comunidad en general y demás entes interesados en el proyecto.	Media	Todo el proyecto	Externo	Neutral
	Proveedores	Bogotá	Proveedores		Suministrar los recursos requeridos bajo los parámetros y tiempos exigidos por el proyecto.	Cumplir a cabalidad con el rol establecido en el proyecto.	Alta	Todo el proyecto	Externo	Apoyo

### 3.2.6 Matriz de análisis *stakeholders*.

#### **- MATRIZ INFLUENCIA VS PODER -**

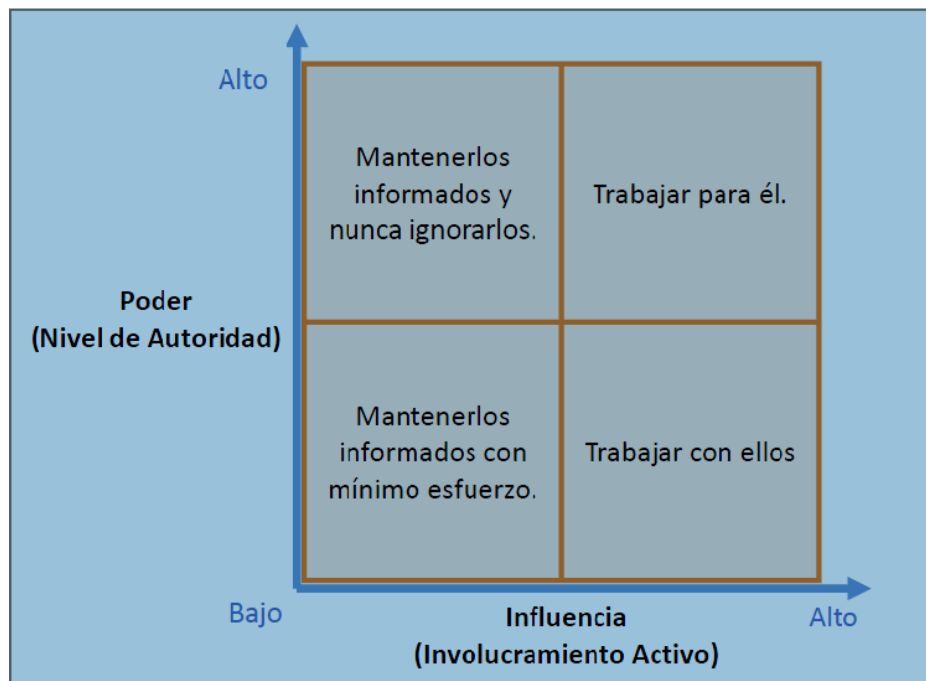
NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
Modernización Proceso Cribado PTAR		MPCPTARS	
		PODER SOBRE EL PROYECTO	
		BAJA	ALTA
INFLUENCIA SOBRE EL PROYECTO	ALTA	<i>Project Manager.</i> Interventor. Comunidad. Prensa. Proveedores.	<i>Sponsor.</i> Gobierno.
	BAJA	Ingeniero Mecánico. Ingeniero Civil. Ingeniero eléctrico. Arquitecto. Abogado. Mecánico. Coordinador montaje. Técnico en demolición. Asistente de arquitectura. Asistente de Proyecto. Electricista. Auxiliar demolición-mecánico. Contratista.	.

PODER: Nivel de Autoridad.

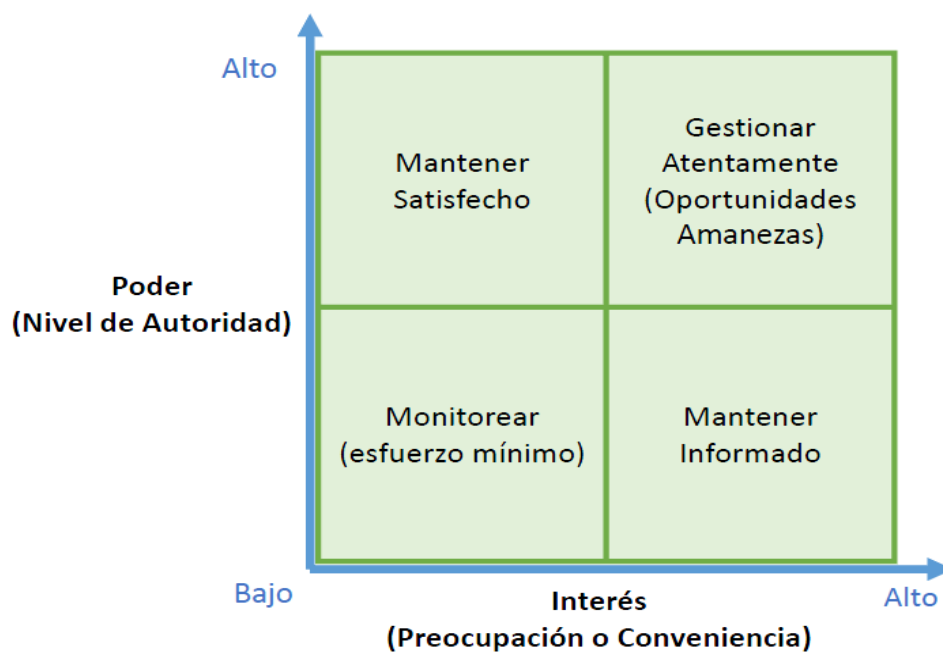
INFLUENCIA: Involucramiento Activo.



INTERESADO	INFLUENCIA	PODER	ANALISIS
<i>Sponsor</i>	Alta	Alta	Gestionar atentamente (Oportunidades y amenazas)
<i>Project Manager</i>	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Ingeniero Mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Ingeniero Civil	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Ingeniero Eléctrico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Arquitecto	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Abogado	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Coordinador montaje	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Técnico en demolición	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Asistente de arquitectura	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Asistente de proyecto	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Electricista	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Auxiliar demolición – mecánico	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Contratista	Baja	Bajo	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Interventor	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Comunidad	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Gobierno	Alta	Alta	Gestionar atentamente (Oportunidades y amenazas)
Prensa	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho
Proveedores	Alta	Bajo	Mantener Satisfecho



Fuente: <http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/espanol/promocion/evaluacion.html>



Fuente: <http://www.sn119.es/la-historia-de-como-la-bella-durmiente-descubrio-la-importancia-de-una-buena-gestion-de-interesados/>

### 3.2.7 Plan de manejo de alcance (SCOPE MANAGEMENT PLAN).

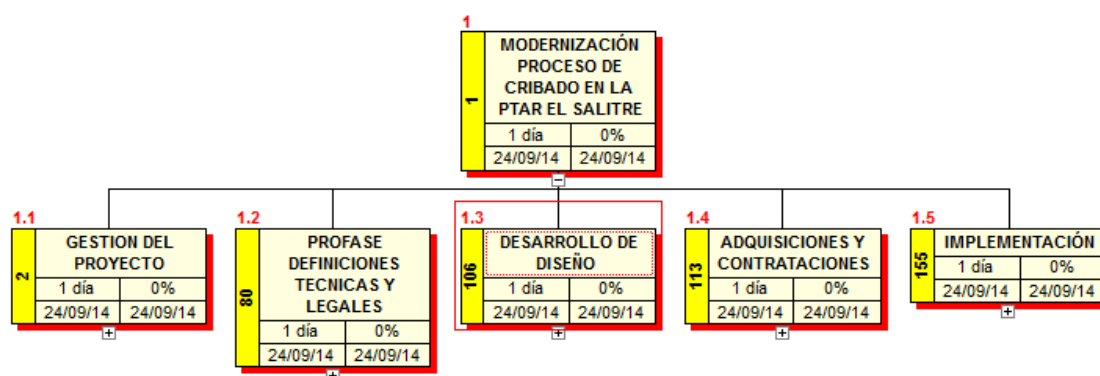
Título del proyecto: Modernización Proceso de cribado PTAR Salitre.

Fecha: \_\_\_\_\_

#### Estructura WBS.

El proceso para realizar la elaboración EDT/WBS son los siguientes:

- La EDT estructurada bajo la herramienta de descomposición; primeramente se identifican los principales entregables, las cuales denominaremos fases.
- Posteriormente se realiza la descomposición del entregable en paquetes de trabajo, las cuales desglosan al detalle la elaboración del entregable.
- La herramienta utilizada para la elaboración de WBS será *WBS chart pro*.



#### Diccionario WBS

Basados en la EDT se realiza:

- El diccionario de la EDT se describe bajo un esquema para mayor entendimiento.
- Se reconocen las características más sobresalientes de la EDT.
- Posteriormente se describe el objetivo del paquete de trabajo.

### **Mantenimiento de base de alcance.**

En este caso se presentan la variación siguiente:

- El Project Manager será la persona que verifica el cumplimiento del entregable acordado según lo requerimientos definidos inicialmente, si el entregable es rechazado será devuelto al responsable correspondiente adjuntando la debida corrección y seguimiento de la misma.

### **Cambio de alcance**

El Project Manager tiene la facultad de presentar sus requerimientos de cambio o ajuste, al mismo tiempo tiene el dominio para conciliar el entregable, acompañado del registro de acta de aceptación. Responsable correspondiente adjuntando la debida corrección y seguimiento de la misma.

### **Aceptación de la entrega**

Los entregables serán finalizados después de la presentación y aprobación del Sponsor el cual deberá aprobar o presentar las observaciones o mejoras del caso pertinente. Cada entregable, éste debe ser presentado *al Sponsor* del Proyecto, el cual se encargará de aprobar o presentar las observaciones del caso. Si el entregable es aprobado.

Ver EDT [ilustración 46: EDT.](#)

DICCIONARIO EDT.

NOMBRE DEL PROYECTO				SIGLAS DEL PROYECTO		
MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE.				MPCPTAR		
ESPECIFICACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJO DEL WBS						
DEFINIR EL OBJETIVO, ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES, DESARROLLO DE DISEÑOS, DEFINICIÓN DE ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES, IMPLEMENTACIÓN DE LABORES DEFINIDAS Y ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.						
ETAPA 1.1 : GESTIÓN DEL PROYECTO	1.1.1 Iniciación	1.1.1.1 <i>Project Charter</i>	Un documento donde se observa las definiciones del proyecto, definición del producto, requerimiento de los interesados del proyecto, necesidades del negocio, finalidad y justificación del proyecto, organizaciones que intervienen, supuestos, restricciones, riesgos, y oportunidades del proyecto.			
		1.1.1.2 Declaración del alcance	<i>Scope Stament</i> : Un documento donde se detalla los alcances del producto, aceptación del producto, entregables del proyecto y restricciones del proyecto.			
		1.1.1.3 identificación de interesados	Se identifican todos los interesados internos y externos los cuales intervendrán en el proyecto			
	1.1.2 <i>Plan del Proyecto</i>	1.1.2.1 Gestión del alcance.	Documentos de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre. Es la estructura de todo el proyecto.			
		1.1.2.2 Gestión del tiempo				
		1.1.2.3 Gestión del costo.				
		1.1.2.4 Gestión de calidad.				
		1.1.2.5 Gestión de recursos humanos.				
		1.1.2.6 Gestión de comunicaciones				
		1.1.2.7 Gestión de riesgos.				
		1.1.2.8 Gestión de adquisiciones.				
		1.1.2.9 Gestión de interesados				
	1.1.3 <i>Informe de Estado del Proyecto</i>	Se generará informes y entregables planificadas, teniendo en cuenta la calidad, tiempo, costo y alcances.				
1.1.4 <i>Reuniones de coordinación periódica.</i>		A la culminación de etapas de alto interés se llevaran a cabo reuniones con el equipo del proyecto con fines de informar sobre el avance del proyecto y la coordinación de actividades faltantes.				
1.1.5 <i>Cierre del Proyecto</i>	1.1.5.1 Revisión de criterio de finalización.		Revisión del cumplimiento de los requerimientos iniciales.			
	1.1.5.2 Desafectación del equipo de trabajo		<ul style="list-style-type: none"><li>Entrega de trabajos previo a la salida</li><li>Evaluación final de los integrantes y del equipo.</li></ul>			
	1.1.5.3 Reporte final del proyecto.		<ul style="list-style-type: none"><li>Presupuesto final</li><li>Cronograma final</li><li>Índice de archivos.</li><li>Directorio de participantes.</li></ul>			
	1.1.5.4 Auditoria del proyecto.		<ul style="list-style-type: none"><li>Supervisión del proyecto.</li></ul>			
	1.1.5.5 Recolectión de lecciones aprendidas		¿Qué podemos mejorar en nuestros próximos proyectos?			
	1.1.5.6 Reunión de cierre		Entrega final de resultados obtenidos.			
	ETAPA 1.2: PROFASE Y DEFINICIONES TÉCNICAS LEGALES	1.2.1 Definiciones técnicas y legales	1.2.1.1 Formalización del contrato	1.2.1.1.1 Presentación de documentación.		Regido bajo la ley 80 de 1993, se verifican los aspectos legales financieros y técnicos para poder formalizar el contrato
1.2.1.1.2 Firma del contrato						
1.2.2.1 Materiales		1.2.2.1.1 Preparación y Levantamiento de la información.			Se realiza recolección de información de materiales, estructuras y mantenimiento altamente factibles para la correcta selección, y construcción de estrategias oportunas para el buen desarrollo del proyecto.	
		1.2.2.1.2 Interpretación Descriptiva.				
		1.2.2.1.3 Construcción Teórica.				
		1.2.2.2 Estructuras	1.2.2.2.1 Preparación y Levantamiento de la información.			
			1.2.2.2.2 Interpretación Descriptiva.			
			1.2.2.2.3 Construcción Teórica.			
1.2.2.3 Mantenimiento		1.2.2.3.1 Preparación y levantamiento de la información.				
		1.2.2.3.2 Interpretación Descriptiva.				
		1.2.2.3.3 Construcción Teórica.				
1.2.3 <i>Análisis</i>		1.2.3.1 Evaluación y selección	Después de tener recopilada la información, se procederá a la determinación de parámetros y requerimientos más óptimos para la solución de la problemática			
	1.2.3.2 Alternativa de solución	Reuniendo y analizando la información se determina la solución más factible.				
	1.2.3.3 Recopilación de información.	Basado en la solución tomada se fijan los requerimientos a satisfacer por parte del proyecto.				
ETAPA 1.3: Desarrollo de Diseño	1.3.1 <i>Diseño</i>	1.3.1.1 Visita de campo	Se realizaran visitas con el objeto de dimensionar el espacio en donde se realizara la labor, igualmente se tomaran dimensiones y demás actividades especificadas por el profesional.			
		1.3.1.2 Diseño de rejas y Compuertas.	Basados en la información recopilada en visitas y estudio del arte de diseña la posible solución de unidades de cribado.			
		1.3.1.3 Aprobación De Diseño para Fábricas.	Realizados los diseños, posteriormente son sujetos a la reunión y verificación del gerente de proyectos y demás profesionales miembros del equipo para su aprobación o corrección.			
	1.3.2 <i>Revisión</i>	Se validan la satisfacción de los diseños basados en los requerimientos definidos inicialmente.				
1.3.3 <i>Aprobación</i>	Validada la información y diseños realizados se aprueba y se continúa con la siguiente etapa.					
ETAPA 1.4:ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES	1.4.1 <i>Personal</i>	1.4.1.1 Definición de Perfiles	Se determinan los perfiles requeridos para las actividades requeridas.			
		1.4.1.2 Reclutamiento de Personal	Se realiza la convocatoria abierta para definir el equipo de trabajo.			
		1.4.1.3 Selección	Después del procesos de convocatoria se define concretamente el equipo de trabajo			
	1.4.2 <i>Equipos</i>	1.4.2.1 Requerimientos	Se definen los requerimientos generales de insumos para el proyecto.			
		1.4.2.2 Selección.	Se determinan posibles proveedores q suplan correctamente el abastecimiento			
		1.4.2.3 Compra o arrendamiento	Inicialmente determinamos la estrategia más conveniente entre adquirir el equipo a necesitar o su posible arrendamiento. Como lo expone la matriz de adquisiciones			
	1.4.3 <i>Infraestructura</i>	1.4.3.1 Transporte	Se planifican los servicios de grúas, taxis y similares			
		1.4.3.2 Eléctricas	Se planifican la puesta a punto de acometidas para el manejo de herramienta, equipos de iluminación, sistemas de potencia y automatización y demás similares.			
		1.4.3.3 Hidráulicas	Se Coordinan instalación de puntos de líneas de agua potable, líneas sanitarias, y similares.			
		1.4.3.4 Telecomunicaciones	Se determina la conveniencia y la necesidad del manejo de equipos de telecomunicaciones,			
		1.4.3.5 Otras	Se estructuran otras adquisiciones definidas en el transcurso de la planificación del proyecto.			
	1.4.4 <i>Gestión de Compra</i>	1.4.4.1.1 Sistema de Rejillas de limpieza mecánica	1.4.4.1.1 Fabricación.	Se construye las unidades de cribado finas en el centro de acopio del proveedor		
			1.4.4.1.2 Pruebas en Fabrica	Posterior de elaboradas se realizan pruebas de estanqueidad criba y filtrado.		
			1.4.4.1.3 Despacho	Posteriormente a la prueba en fabrica se realiza el embalamiento y acondicionamiento del equipo para su traslado		
			1.4.4.1.4 Transporte Marítimo	Se da cumplimiento a todo el protocolo de transporte.		
			1.4.4.1.5 Nacionalización	Le prepara toda la documentación requerida para la presentación de dichos equipos		
			1.4.4.1.6 Transporte Interno	Se coordina el transporte desde el puerto hasta la planta		
			1.4.4.1.7 Entrega en Sitio	Después de haber arribado a la planta se verifica todo el embalamiento y se inspecciona en su totalidad		
		1.4.4.1.2. Sistema de rejilla de limpieza mecánica con rastrillo viajero	1.4.4.2.1 Fabricación.	Se construye las unidades de cribado finas en el centro de acopio del proveedor		
			1.4.4.2.2 Pruebas en fabrica	Posterior de elaboradas se realizan pruebas de estanqueidad criba y filtrado		
			1.4.4.2.3 Despacho	Posteriormente a la prueba en fabrica se realiza el embalamiento y acondicionamiento del equipo para su traslado		
			1.4.4.2.4 Transporte Marítimo	Se da cumplimiento a todo el protocolo de transporte.		
			1.4.4.2.5 Nacionalización	Le prepara toda la documentación requerida para la presentación de dichos equipos		
			1.4.4.2.6 Transporte Interno	Se coordina el transporte desde el puerto hasta la planta		
		1.4.4.1.3 Actuadores eléctricos para Compuertas.	1.4.4.2.7Entrega en Sitio	Después de haber arribado a la planta se verifica todo el embalamiento y se Después de haber arribado a la planta se verifica todo el embalamiento y se inspecciona en su totalidad		
			1.4.4.3.1 Fabricación	Agente externos realizan la caja de reducción de velocidades		
		1.4.4.2 Bienes de origen Nacional	1.4.4.2.1 Compuertas	1.4.4.3.2 Entrega en Sitio	Después de haber arribado a la planta se verifica el estado y los requerimientos de la solicitud de trabajo	
1.4.4.2.1 Fabricación				Agente externos realizan las compuertas.		
1.4.4.2.2 Entrega en Sitio				Después de haber arribado a la planta se verifica el estado y los requerimientos de la solicitud de trabajo en cada una de las compuertas.		
1.4.4.2.3 Montaje actuadores en compuerta				Se montan cajas reductoras o actuadores en cada una dela compuertas asegurando su funcionamiento		
1.4.4.2.4 Pruebas Premontaje	Se realizan check list en cada una de las área para determinar el bueno funcionamiento en cada uno de cribas					

Continuación diccionario EDT.

ETAPA 1.5 IMPLEMENTACION.	1.5.1 Instalación de compuertas.	1.5.1.1 Achique canal	Se requiere inicialmente haber montado las ataguías antiguas y haber achicado el canal bloqueado.	
		1.5.1.2 Demolición placa	Primeramente se delinea cada una de las zonas a demoler para ampliar el espacio del nuevo equipo.	
		1.5.1.3 Preparación de guías para compuertas.	Se pulen y afinan guías para nueva reja fina	
		1.5.1.4 Instalaciones de nuevas Compuertas.	Con ayuda del servicio de grúa se iniciará el montaje de la misma.	
		1.5.1.5 Pruebas y puesta en marcha.	Se realizan procedimiento de verificación, check list de prearraque etc.	
	1.5.2 Montaje nueva propuesta	1.5.2.1 Instalación unidad de cribado fino	1.5.2.1.1 Desmontaje Reja Fina actual	Se realizan procedimientos para izaje de cada uno de las unidades
			1.5.2.1.2 Instalación de nuevas unidades de cribado	Se realizan procedimientos para izaje de cada uno de las unidades
			1.5.2.1.3 Conexiones actividades complementarias	Se realizan tareas complementarias para definir el arranque
		1.5.2.2 Instalación unidades de cribado grueso	1.5.2.2.1 Desmontaje reja gruesa actual	Se realizan procedimientos para izaje de cada uno de las unidades
			1.5.2.2.2 Instalación de nuevas unidades de cribado grueso.	Se realizan procedimientos para izaje de cada uno de las unidades
			1.5.2.2.3 Conexiones actividades complementarias.	Se realizan tareas complementarias para definir el arranque.
	1.5.3 Prueba y puesta en marcha	1.5.3.1 Prueba prearraque.	Se realizan procedimiento de verificación eléctrica, check list de prearraque etc.	
		1.5.3.2 Pruebas postarranque.	Se realizan pruebas y con carga.	

### 3.2.8 Plan gestion de requisitos.

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Modernización Proceso Cribado. **SIGLA:** MPCPTARS.

**FECHA:**

	<b>Colección</b>
	<p>Los requisitos son definidos principales interesados; miembros técnicamente preparados los cuales durante la fase de gestión del proyecto y profase definiciones técnicas y legales.</p>
	<b>Análisis</b>
	<p>La priorización de los requisitos se realiza en base a la Matriz de Trazabilidad de Requisitos, teniendo en cuenta el grado de complejidad para cada requisito documentado. Dichos requisitos son definidos y planificados por el equipo del proyecto, posteriormente aprobados por el Sponsor.</p>
	<b>Categorías y Documentación.</b>
	<p>En la Matriz de Trazabilidad se documentará la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación.</li><li>• Identificación asociada.</li><li>• Descripción de requisitos.</li><li>• Necesidades de negocios oportunidades y objetivos.</li><li>• Objetivos del proyecto.</li><li>• Entregables de la EDT/WBS.</li><li>• Diseño del producto.</li><li>• Desarrollo del producto.</li><li>• Casos de prueba.</li></ul>
	<b>Métricas del producto.</b>
	<p>El grado de satisfacción en cada uno de los entregables será determinado por el cliente en asocio con el gerente del proyecto. En caso de ser inconforme la entrega se debe verificar los procedimientos realizados y ejecutar las mejoras pertinentes.</p>

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS												
NOMBRE DEL PROYECTO:	OPTIMIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE											
CENTRO DE COSTO												
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	El proyecto tiene el objetivo de optimizar las unidades de cribado de la zona de pretratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR EL SALITRE. Dentro de las labores más destacadas se resalta la definición de requerimientos la definición de términos, construcción de diseños, programación de montajes verificación de términos, entre otras actividades.											
IDENTIFICACIÓN	IDETIFICACIÓN ASOCIADA	DESCRIPCIÓN DE REQUISITOS.	NECESIDADES DE NEGOCIO, OPORTUNIDADES, METAS Y OBJETIVOS	OBJETIVOS DEL PROYECTO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	NIVEL DE ESTABILIDAD	NIVEL DE COMPLEJIDAD	FUENTE	PRIORIDAD.	ENTREGABLES DE LA EDT/WBS	DISEÑO DEL PRODUCTO	DESARROLLO DE PRODUCTO
R1	1.1.1	Elaboración de planes de iniciación del proyecto.	Satisfacer el cliente	Cumplir con los alcance del proyecto	Aprobación de los planes.	A	M	-Entrevista. - Recolección de información	A	1.1.1.1 Project charter. 1.1.1.2 Declaración de alcance. 1.1.1.3 Identificación de interesados.	Se identifican todos aquellos parámetros iniciales para la definición del alcance del proyecto	El requerimiento es desarrollado bajo parámetros y lineamientos de la Guía PMBOK.
R2	1.1.2	Elaboraciones planes del proyecto.	Satisfacer el cliente	Cumplir con el alcance del proyecto.	Elaboración, revisión y aprobación de planes	A	M	-Entrevista. - Recolección de información	A	1.1.2 Planes del proyecto	Se identifican y desarrollan cada uno de los planes fundamentado s en le áreas de conocimiento	Los planes se desarrollan bajo los lineamientos de la guía PMBOK.
R3	1.1.3	Informes avance del proyecto	Evaluar y controlar cada etapa q se defina	Controlar el avance del proyecto	Elaboración , verificación y puesta en común del informe	A	M	-Supervisión. -Aprobación de cada uno de los informes	A	1.1.3 Informes de avances	Se recolecta toda la información de los avances, posteriormente se analiza y se concluye	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R4	1.1.4	Reuniones periódicas	Satisfacer el cliente, y evaluar el avance del equipo en general	Coordinar y verificar actividades desarrolladas y por ejecutar dentro del proyecto	Elaboración de actas de reuniones	M	M	Supervisión. Levantamiento de la información	M	1.1.4 Actas de reuniones periódicas.	Se determinan labores realizadas, posteriormente se valora su rendimiento y se plantea posibles correcciones.	Finalmente se desarrollan las actas y se ejecutan las correcciones.
R5	1.1.5	Cierre del proyecto	Satisfacer el cliente	Realizar todos los requerimientos definidos inicialmente en el proyecto.	Recibimiento a conformidad del cliente	A	A	Estados de entrega	A	1.1.5 Cierre de proyecto.	Se verifica el cumplimiento de los requerimientos en cada uno de los proyectos.	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R6	1.2.1	Definiciones técnica legales	Satisfacer los interesados	Cumplir con el alcance del proyecto	Recibimiento a conformidad, elaboración de actas y o similares.	A	A	Satisfacer a los interesados	A	1.1.2 Plan del proyecto.	Inicialmente se identifican todos aquellos parámetros con el fin de terne rizar	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R7	1.2.2	Estado del arte	interesados	Cumplir con el alcance del proyecto	Recibimiento a conformidad, elaboración de actas y o similares.	A	A	Satisfacer a los interesados	A	1.1.2 Plan del proyecto.	Inicialmente se identifican todos aquellos parámetros con el fin de terne rizar	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R8	1.2.3	Análisis.	interesados	Cumplir con el alcance del proyecto	Recibimiento a conformidad, elaboración de actas y o similares.	A	A	Satisfacer a los interesados	A	1.1.2 Plan del proyecto.	Inicialmente se identifican todos aquellos parámetros con el fin de terne rizar	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R9	1.4		interesados	Cumplir con el alcance del proyecto	Recibimiento a conformidad, elaboración de actas y o similares.	A	A	Satisfacer a los interesados	A	1.1.2 Plan del proyecto.	Inicialmente se identifican todos aquellos parámetros con el fin de terne rizar	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.
R10	1.5	implementación Adquisiciones y contrataciones	interesados	Cumplir con el alcance del proyecto	Recibimiento a conformidad, elaboración de actas y o similares.	A	A	Satisfacer a los interesados	A	1.1.2 Plan del proyecto.	Inicialmente se identifican todos aquellos parámetros con el fin de terne rizar	Se presentan informes según los periodos definidos o los momentos de requerimientos definidos.



### 3.2.9 Plan de gestion de cambios.

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
1.0	KC-IC			04/07/2015	Elaboración original.
PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO			OPTIMIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE		

ROLES DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS			
NOMBRE	PAPEL	RESPONSABILIDAD	AUTORIDAD
Comité integrado de cambios:  Patrocinador: EAB. Cliente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR el Salitre. Director del proyecto.	Comité es el único que puede aprobar los cambios.	Definir y autorizar que cambios deben ser aprobados, rechazados entre otros.	Autorizar, rechazar, o diferir solicitudes de cambio.
Sponsor	Grupo que provee recursos y apoyo para el proyecto.	Resolver o solucionar desacuerdos, discusiones, acciones correctivas, preventivas, reparaciones por defecto, planes de mejora, cambios en el plan del proyecto.	Total sobre el proyecto.
Project Manager	Es la persona que tiene la responsabilidad total del planeamiento y la ejecución acertados de cualquier proyecto.	Evaluar impactos, viabilidad de las Solicitudes de Cambio y hacer recomendaciones. Aprobar Solicitudes de	Hacer recomendaciones sobre cambios en el proyecto.

Asistente de Gestión de Proyectos	Apoyar en las labores encomendadas dentro del proyecto	Captar las iniciativas de cambio de los stakeholders y formalizarlas en Solicitudes de Cambio.	Realizar y emitir solicitudes de cambio.
Stakeholders	Cualquiera.	Solicitar cambios de manera conveniente y oportuna.	Únicamente solicitar cambios lo

Tipos de Cambios.	
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Acción correctiva:</b> Este tipo de cambio es coordinado y ejecutado por el <i>Project manager</i> y no hace parte del proceso de gestión de Cambios.</li> <li><b>Acción preventiva:</b> Este tipo de cambio es coordinado y ejecutado por el <i>Project manager</i> y no hace parte del proceso de gestión de Cambios.</li> <li><b>Acciones de mejora:</b> Este tipo de cambio es coordinado y ejecutado por el <i>Project manager</i> y no hace parte del proceso de gestión de Cambios.</li> <li><b>Cambios al plan de proyecto:</b> Este tipo de cambio debe ser considerado y evaluado por el Proceso General de Gestión de Cambios, el cual se describe a continuación.</li> </ol>	

Proceso de Control de cambio.	
Presentación de solicitud de cambio	Identificar las necesidades y posibles solicitudes, de manera adecuada y precisa.
Solicitud de cambio de seguimiento.	El asistente del gerente de proyectos realiza contacto con el stakeholder quien proporcionar de manera detallada la información total de dicha intención de iniciativa de cambio.

Revisión de solicitud de cambio	<p>El gerente de proyectos analiza la solicitud del cambio, en el cual se analizan dos criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En tender lo que solicita.</li> <li>• Razones por la cuales se originó la analítica.</li> </ul> <p>Completar la solicitud si así lo requiera. Registrar la solicitud.</p>
Evaluar impactos	Se cuantifica el impacto integral de dicho cambio mencionado, en referencia al análisis cuantificado.
Disposición de solicitud de cambio.	El comité de control de cambios evalúa los impactos calculados y define.

Proceso General de Gestión de Cambios	
Solicitud de cambios:	<p>El asistente de Gestión de Proyectos después de reportada la iniciativa de cambio, posteriormente se realiza el levantamiento de la información detallada.</p> <p>Se debe formalizar la iniciativa de cambio elaborando el <a href="#">formato de solicitud de cambio (Anexo 4)</a>.</p>

### 3.2.10 Plan de gestión de tiempo.

<b>SCHEDULE MANAGEMENT PLAN</b>
<b>PROJECT TITLE: MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL EL SALITRE.</b>
<b>SIGLA: MPCPTARS.</b>

<u>Schedule Metodología</u>
La metodología empleada para la planificación del proyecto de modernización del proceso de cribado es el método de ruta crítica CPM.

<u>Schedule Tools</u>
<p><b>La información necesaria para elaborar el Schedule del proyecto, se obtiene empleando la herramienta <i>Microsoft office Project 2013</i>:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Inicialmente se define e ingresan actividades de cada uno de los entregables.</b></li><li>• <b>Se definen hitos y actividades repetitivas.</b></li><li>• <b>Definimos el calendario del proyecto.</b></li><li>• <b>Se definen propiedades a las actividades.</b></li><li>• <b>Se realiza asignación de recursos de las actividades del proyecto.</b></li><li>• <b>Se determinan la secuencia de las actividades del proyecto.</b></li></ul> <p><b>Finalmente el <i>Schedule Management Plan</i> es verificado y aprobado por el <i>sponsor</i> para darle continuidad al proyecto.</b></p>

LEVEL OF ACCURACY	UNITS OF MEASURE	VARIANCE THRESHOLDS
<p><b><i>Estimación de Recursos y Duraciones.</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicialmente se realizan estimaciones para cada uno de los entregables; duración y tipo de recursos.</li> <li>- En la definición de recursos de personal definimos: Nombre de recurso, trabajo, duración, supuestos.</li> <li>- En el recurso de Materiales se determinan: nombre de recurso, cantidad, supuestos y base de estimación, y forma de cálculo.</li> <li>- Para el recurso de tipo Máquinas o no Consumibles se define los siguientes:</li> </ul> <p>Nombre de recurso, cantidad, supuestos y base de estimación.</p>	<p>La estimación durante todo el proyecto de las actividades se realizara en días.</p>	<p>En general el proyecto consta de un informe final e informes de avances los cuales son productos de las reuniones de control y seguimiento de actividades. Mediante estos informes. Dichas actividades permitirán determinar acciones correctivas o similares de ser necesario.</p>

#### Schedule Reporting and Format

**La información de actividades se encuentre descrita en la herramienta empleada MS PROJECT 2010. Permitiendo planificar y controlar las actividades en su estado avance, y recursos distribuidos.**

### Procesos De Gestión.

Identificación de actividades	Inicialmente se identifican los entregables definidos por la WBS, posteriormente se definen las actividades y eventos más relevantes de cada entregable, posteriormente se definen los alcances para cada actividad, responsables entre otras.
Secuencia De actividades.	Inicialmente definimos las secuencias para cada una de las actividades de nuestro proyecto, posteriormente se grafica la red. La herramienta empleada es <i>MS Project</i> .
Estimación de recursos	<p>Previa identificación de los entregables y actividades se procede con la estimación de recursos; definiendo como recurso todo aquel material, insumo, servicio o similar empleado para el cumplimiento de una actividad.</p> <p>La estimación se realiza a través de cálculo y estimación por juicio de expertos,</p>
Estimación de esfuerzo y la duración	<p>Para los recursos de tipo personal se estima la duración y se calcula el trabajo que tomara realizar cada actividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el recurso es tipo personal, estimamos la duración y calculamos el trabajo que tomará realizar la actividad.</li> <li>-Si el recurso es de tipo material o maquinaria, se define la cantidad a utilizar para realizar la actividad.</li> <li>- Lo recursos s de gastos por transporte se estima la actividad y el valor posteriormente.</li> </ul>
Actualización, seguimiento y control.	El procedimiento de seguimiento y control se realiza a través de reuniones de seguimiento, las cuales permiten generar informes con las cuales podemos controlar las actividades, realizar mejoras o cambios requeridos a través de la ejecución del proyecto.

--	--	--

### **3.2.11 Plan gestión de costos.**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Modernización Proceso Cribado.

**SIGLA:** MPCPTARS.

Este plan desarrolla el tema de costos del proyecto, todo lo relacionado al presupuesto y la manera en que se distribuirá en la modernización del proceso de cribado de la planta de tratamiento.

Ya que este no es un proyecto que se realice por un beneficio económico, pues el valor invertido no se debe recuperar, sino que se presenta como un apoyo al desarrollo ambiental y a las propuestas presentadas para el tratamiento de los ríos de Bogotá, se realizarán solo cálculos de avance del proyecto, que vayan a la par con el tiempo y los recursos planeados.

El proyecto se finalizara y no habrá ningún tipo de ingresos, los resultados se evidenciarán en la disminución de los problemas presentados en el documento base.

El desarrollo del presupuesto estará dado en las actividades que el proyecto presenta durante en el proceso y en las reservas pertinentes que deben manejarse.

### **INFORMES DE COSTOS EN EL PROYECTO**

De manera bimensual, se deberá presentar informe de avance a los encargados del proyecto, este formato debe evidenciar el buen manejo del costo según lo presupuestado, sumado a esto, el avance de trabajo vs el tiempo programado.

**COSTO ESTIMADO POR ACTIVIDAD:**

<b>ELEMENTO DE LA EDT</b>	<b>COSTO PRESUPUESTA DO</b>
<b>MODERNIZACIÓN PROCESO DE CRIBADO EN LA PTAR EL SALITRE</b>	<b>\$ 2.756.077.988,33</b>
<b>GESTIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 96.427.733,33</b>
INICIACIÓN	\$ 1.237.333,33
<i>PROJECT CHARTER</i>	\$ 101.333,33
REUNIÓN CON EL <i>SPONSOR</i>	\$ 73.333,33
ELABORAR <i>PROJECT CHARTER</i>	\$ 0,00
REVISAR <i>PROJECT CHARTER</i>	\$ 28.000,00
DECLARACIÓN DEL ALCANCE	\$ 112.000,00
REUNIÓN CON EL <i>SPONSOR</i>	\$ 60.000,00
ELABORAR DECLARACIÓN DE ALCANCE	\$ 24.000,00
REVISAR ALCANCE	\$ 28.000,00
IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS	\$ 1.024.000,00
REGISTRO DE INTERESADOS	\$ 1.024.000,00
ANÁLISIS DE INTERESADOS	0
ELABORACIÓN DE <i>PROJECT CHARTER</i> Y DEFINICIÓN DE ALCANCE	0
PLAN DEL PROYECTO	\$ 49.856.000,00
GESTIÓN DE ALCANCE	\$ 1.920.000,00
DEFINIR EL ALCANCE	\$ 5.760.000,00
CREAR EDT/ <i>WBS</i>	\$ 5.760.000,00
GESTIÓN DEL TIEMPO	\$ 5.440.000,00
DEFINIR ACTIVIDADES	\$ 3.840.000,00
DESARROLLAR CRONOGRAMA	\$ 1.600.000,00
GESTIÓN DEL COSTO	\$ 10.048.000,00
REQUISITOS DE FINANCIAMIENTO	\$ 2.240.000,00
ESTIMACIÓN DE COSTOS	\$ 4.224.000,00
DESARROLLAR PRESUPUESTO	\$ 3.584.000,00
<b>GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>\$ 768.000,00</b>



PLAN DE CALIDAD	\$ 768.000,00
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	\$ 5.248.000,00
PLAN DE RECURSOS HUMANOS	\$ 768.000,00
CREACIÓN DE RELACIONES DE TRABAJO	\$ 960.000,00
REQUERIMIENTOS DE CARGO	\$ 1.152.000,00
GESTIÓN DE COMUNICACIONES	\$ 7.936.000,00
PLAN GESTIÓN DE COMUNICACIONES	\$ 1.152.000,00
ANÁLISIS DE REQUISITOS DE COMUNICACIÓN	\$ 6.144.000,00
DEFINICIONES DE MODELOS DE COMUNICACIÓN	\$ 640.000,00
GESTIÓN DE RIESGOS	\$ 3.264.000,00
PLAN DE RIESGOS	\$ 0,00
IDENTIFICAR RIESGOS	\$ 768.000,00
ANÁLISIS CUALITATIVO	\$ 768.000,00
ANÁLISIS CUANTITATIVO	\$ 768.000,00
PLANIFICACIÓN DE CONTINGENCIA A LOS RIEGOS	\$ 960.000,00
GESTIÓN DE ADQUISICIONES	\$ 8.448.000,00
PLAN DE ADQUISICIONES	\$ 2.816.000,00
IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ADQUISICIONES	\$ 1.280.000,00
ANÁLISIS DE ELABORACIÓN O COMPRA	\$ 1.536.000,00
ANÁLISIS DE TIPO DE CONTRATACIÓN	\$ 1.664.000,00
SELECCIÓN TIPO DE PROVEEDOR	\$ 1.152.000,00
GESTIÓN DE INTERESADOS	\$ 1.024.000,00
PLAN DE INTERESADOS	\$ 1.024.000,00
INFORMES DEL ESTADO DEL PROYECTO	\$ 1.280.000,00
INFORME 1 FINALIZACIÓN ETAPA INICIO	\$ 256.000,00
INFORME 2 FINALIZACIÓN PLANES	\$ 256.000,00
INFORME 3 FINALIZACIÓN ANÁLISIS	\$ 256.000,00
INFORME 4 FINALIZACIÓN GESTIÓN DE COMPRA	\$ 256.000,00
INFORME 5 FINALIZACIÓN IMPLMENTACION	\$ 256.000,00
REUNIONES DE COORDINACIÓN PERIODICA	\$ 3.237.600,00
REUNION 1 FINALIZACIÓN ETAPA DE INICIO	\$ 956.800,00
REUNION 2 FINALIZACIÓN PLANES	\$ 448.800,00
REUNION 3 FINALIZACIÓN ANALISIS	\$ 828.800,00
REUNION 4 FINALIZACIÓN GESTION DE COMPRA	\$ 329.600,00
REUNION 5 FINALIZACIÓN IMPLEMENTACIÓN	\$ 673.600,00
<b>CIERRE DEL PROYECTO</b>	\$ 40.816.800,00
REVISIÓN DE CRITERIOS DE FINALIZACION	\$ 7.320.000,00
DESAFECTACIÓN DEL EQUIPO	\$ 7.257.600,00
ENTREGA DE TRABAJOS PREVIA A LA SALIDA	\$ 3.628.800,00

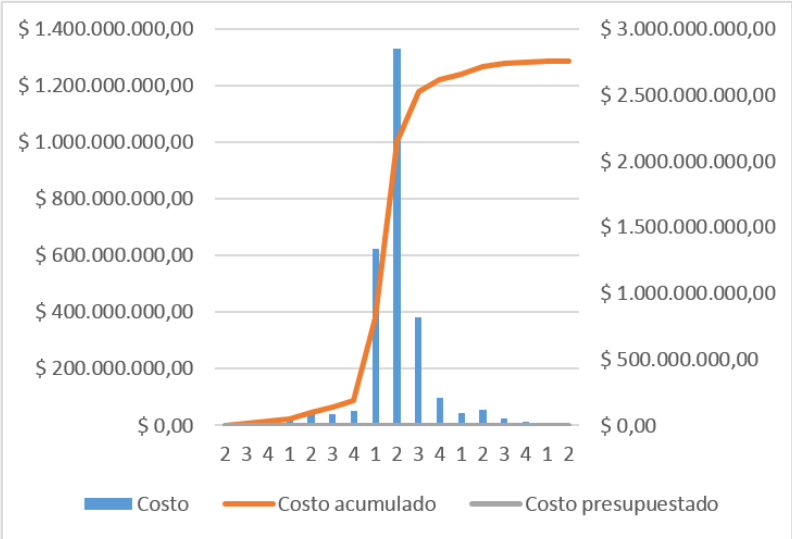
EVALUACIÓN FINAL DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO	\$ 3.628.800,00
REPORTE FINAL DEL PROYECTO	\$ 5.488.000,00
PRESUPUESTO FINAL	\$ 2.640.000,00
CRONOGRAMA FINAL	\$ 2.112.000,00
INDICE DE ARCHIVOS	\$ 2.640.000,00
DIRECTORIO DE PARTICIPANTES	\$ 1.600.000,00
<b>Fuente: Archivo MS Project "Proyecto Rejas Finas Adquisiciones".</b>	
PROVEEDORES	\$ 320.000,00
CONSULTORES	\$ 320.000,00
EQUIPO	\$ 320.000,00
EJECUTOR	\$ 320.000,00
DIRECTIVO	\$ 320.000,00
DESARROLLO DOCUMENTO DE CIERRE DEL PROYECTO	\$ 6.686.400,00
AUDITORIA DEL PROYECTO	\$ 2.456.800,00
RECOLECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS	\$ 2.616.000,00
REUNIÓN DE CIERRE	\$ 0,00
PROFASE DEFINICIONES TECNICAS Y LEGALES	\$ 83.603.600,00
DEFINICIONES TECNICAS Y LEGALES	\$ 11.779.200,00
FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	\$ 11.779.200,00
VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE DOCUMENTOS	\$ 5.528.000,00
PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	\$ 5.528.000,00
FIRMA DEL CONTRATO	\$ 6.251.200,00
NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	\$ 2.483.200,00
ENTREGA NOMBRAMIENTO DEL INTERVENTOR	0
ENVIO PLAN DE CALIDAD Y PLANIFICACION	\$ 3.768.000,00
ESTADO DEL ARTE	\$ 45.456.800,00
MATERIALES	\$ 21.047.200,00
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	\$ 6.296.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	\$ 11.432.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	\$ 3.319.200,00
ESTRUCTURAS	\$ 12.907.600,00
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	\$ 4.784.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	\$ 3.738.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	\$ 4.385.600,00
MANTENIMIENTO	\$ 11.502.000,00
PREPARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	\$ 5.426.000,00
INTERPRETACIÓN DESCRIPTIVA	\$ 1.994.000,00
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	\$ 4.082.000,00
ANÁLISIS	\$ 26.367.600,00
EVALUACIÓN Y SELECCIÓN	\$ 11.401.600,00
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	\$ 7.710.000,00

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN	\$ 7.256.000,00
DESARROLLO DE DISEÑO	\$ 100.594.200,00
DISEÑO	\$ 100.594.200,00
VISITAS DE CAMPO	\$ 35.570.000,00
DISEÑO DE REJAS Y COMPUERTAS	\$ 46.126.600,00
APROBACIÓN DE DISEÑOS PAR	\$ 18.897.600,00
<b>Fuente: Archivo MS Project "Proyecto Rejas Finas Adquisiciones".</b>	
A FABRICACIÓN	
REVISION	0
APROBACIÓN	0
DISEÑO APROBADO	0
<b>ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES</b>	\$ 2.328.515.520,00
<b>PERSONAL</b>	<b>\$ 12.896.000,00</b>
RECLUTAMIENTO DE PERSONAL	\$ 5.512.000,00
SELECCIÓN	\$ 7.384.000,00
CAPACITACIONES Y CERTIFICACIONES	0
EQUIPOS	\$ 209.439.200,00
REQUERIMIENTOS	\$ 15.036.000,00
SELECCIÓN	\$ 13.700.800,00
COMPRA O ARRENDAMIENTO	\$ 180.702.400,00
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>\$ 90.108.000,00</b>
TRANSPORTE	\$ 45.960.000,00
ELECTRICAS	\$ 21.960.000,00
HIDRÁULICAS	\$ 8.960.000,00
TELECOMUNICACIONES	\$ 8.768.000,00
OTRAS	\$ 4.460.000,00
GESTIÓN DE COMPRA	\$ 2.016.072.320,00
BIENES DE ORIGEN EXTRANJERO	\$ 1.909.488.000,00
SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA ECÁNICA	\$ 1.207.036.000,00
FABRICACIÓN	\$ 1.100.000.000,00
PRUEBAS EN FÁBRICA	\$ 11.320.000,00
DESPACHO	\$ 16.280.000,00
TRANSPORTE MARÍTIMO	\$ 12.960.000,00
NACIONALIZACIÓN	\$ 61.488.000,00
TRANSPORTE INTERNO	\$ 2.588.000,00
ENTREGA EN SITIO	\$ 2.400.000,00
SISTEMAS DE REJILLAS DE LIMPIEZA MECÁNICA CON RASTRILLO VIAJERO	\$ 671.640.000,00
FABRICACIÓN	\$ 619.152.000,00
PRUEBAS EN FÁBRICA	\$ 8.320.000,00
DESPACHO	\$ 16.280.000,00
TRANSPORTE MARÍTIMO	\$ 2.460.000,00

NACIONALIZACIÓN	\$ 16.488.000,00
TRANSPORTE INTERNO	\$ 3.640.000,00
ENTREGA EN SITIO	\$ 5.300.000,00
<b>ACTUADORES ELÉCTRICOS PARA COMPUERTAS</b>	<b>\$ 30.812.000,00</b>
FABRICACIÓN	\$ 25.000.000,00
ENTREGA EN SITIO	\$ 5.812.000,00
Fuente: Archivo MS Project "Proyecto Rejas Finas Adquisiciones".	
<b>BIENES DE ORIGEN NACIONAL</b>	<b>\$ 106.584.320,00</b>
<b>COMPUERTAS</b>	<b>\$ 106.584.320,00</b>
FABRICACIÓN	\$ 95.500.000,00
ENTREGA EN SITIO	\$ 9.005.600,00
MONTAJE DE ACTUADORES EN COMPUERTAS	\$ 1.309.440,00
PRUEBAS PREMONTAJE	\$ 769.280,00
VERIFICACIÓN Y COMPROBACIÓN DE ADQUISICIONES RECIBIDAS	\$ 0,00
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>\$ 146.936.935,00</b>
INSTALACIÓN DE COMPUERTAS	\$ 38.891.175,00
ACHIQUE DE CANAL	\$ 12.922.400,00
DEMOLICIÓN DE PLACA	\$ 3.845.680,00
PREPARACIÓN DE GUIAS PARA NUEVAS COMPUERTAS	\$ 4.940.100,00
INSTALACIÓN NUEVAS COMPUERTAS	\$ 9.543.315,00
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	\$ 7.639.680,00
MONTAJE NUEVA PROPUESTA	\$ 98.972.800,00
INSTALACIÓN UNIDAD DE CRIBADO FINO	\$ 52.149.200,00
DESMONTAJE REJA FINA ACTUAL	\$ 13.882.000,00
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO FINO	\$ 22.317.600,00
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	\$ 15.949.600,00
INSTALACIÓN UNIDADES DE CRIBADO GRUESO	\$ 46.823.600,00
DESMONTAJE REJA GRUESA ACTUAL	\$ 13.882.000,00
INSTALACIÓN NUEVAS UNIDADES DE CRIBADO GRUESO	\$ 24.464.000,00
CONEXIONES ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	\$ 8.477.600,00
MONTAJE INICIAL FINALIZADO	\$ 0,00
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>\$ 9.072.960,00</b>
PRUEBAS PREARRANQUE	\$ 8.431.200,00
PRUEBAS POSTARRANQUE	\$ 641.760,00

Fuente: Archivo MS Project "Proyecto Rejas Finas Adquisiciones".

**FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.**



### 3.2.12 Plan de seguridad.

## PLAN DE GESTIÓN DE SEGURIDAD

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Modernización Proceso Cribado.

**SIGLA:** MPCPTARS.

En este plan proyectaremos todo lo relacionado a la seguridad industrial que se debe tener en cuenta durante la ejecución del proyecto, con el fin de mitigar accidentes y mantener un ambiente seguro disminuyendo riesgos que puedan poner en peligro los integrantes del proyecto y la ejecución del mismo.

### ROLES Y RESPONSABILIDADES DE LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO

RESPONSABLES	COMPROMISOS	NIVEL DE INFLUENCIA
GERENCIA DE PROYECTOS	Planear y gestionar procesos de seguridad industrial y salud ocupacional dentro de la ejecución del proyecto con el fin de mitigar riesgos a las personas que se ocupan de alguna actividad dentro del mismo.	ALTO
INGENIEROS	Dirigir e inspeccionar que su equipo lleve a cabo las normas de seguridad establecidas por el ente regulatorio. Además de cumplir cada requerimiento usando cada objeto instaurado.	MUY ALTO
AUXILIARES	Cumplir con los requerimientos establecidos con anterioridad, cualquier incumplimiento será responsabilidad de la persona que este fallando en el uso. Es responsabilidad de cada uno efectuar cada ítem establecido.	MEDIO
INTERVENTOR	Velar que cada grupo de trabajo que	MUY ALTO

	pertenezca al proyecto, cumpla con los requerimientos necesarios para tener un óptimo plan de seguridad industrial y salud ocupacional.	
<i>SPONSOR</i>	Fomentar y apoyar planes de salud ocupacional y seguridad industrial con el fin de disminuir posibles accidentes en la ejecución del proyecto.	ALTO

### MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

CONTEXTO	PERSONAL	CAPACITACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar fechas de caducidad de los extintores.</li> <li>- Verificar que tengan cargan permanente.</li> <li>- Todo centro de acopio debe permanecer rotulado, cada producto con su respectiva especificación.</li> <li>- Realización de simulacros.</li> <li>- Mantener al día los registros de accidentes.</li> <li>- Actualizar medidas correctivas de cada incidente o accidente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal encargado de traslados de material : Uso de fajas, guantes, chompa y pantalón isotérmico.</li> <li>- Personal encargado de control de calidad: Pasamontañas, guantes y chompa isotérmica.</li> <li>- Elementos de protección personal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabeza: Casco con materiales y color según actividad a desempeñar.</li> <li>• Oídos: Tapa oídos según la operación encargada a realizar.</li> <li>• Cara: Gafas, Caretas o tapabocas con filtros especificados.</li> <li>• Brazos: Guantes antideslizantes o plásticos según la</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y difusión del plan de manejo ambiental de la empresa a todos los integrantes del proyecto.</li> <li>- Identificación, evaluación y plan de contingencias de cada riesgo existente.</li> <li>- Conocimientos básicos de primeros auxilios, botiquín completo y persona encargada del tema.</li> <li>- Uso de equipos contra incendios, el personal debe conocer el plan a seguir en caso tal de presentarse uno.</li> <li>- Uso de equipos de protección personal, deben conocer su adecuado y correcto uso.</li> </ul>

	necesidad. • Cuerpo: Overol, delantal, fajas, rodilleras. • Pies: Botas con requerimientos según operación a realizar.	- Manejo de desechos líquidos y sólidos con el fin de evitar posteriores con el manejo de estos.
--	--	--

El control de cada ítem anteriormente descrito debe ser regulado con los directivos de la planta y el proyecto. Los horarios de capacitación serán programados con anterioridad, las pausas activas se realizarán de manera regular en el horario laboral.

Se deberá llevar un registro de cada participante para constatar su asistencia y conocimiento del tema.

El plan de manejo ambiental debe ser comunicado por medio de publicidad bajo las instalaciones de la planta.

Debe tenerse a mano el plan de contingencia para brindar respuesta inmediata ante incidentes o accidentes que se puedan presentar. Esta situación podrá prevenir, mitigar y controlar situaciones inadvertidas, todo el personal de la planta, deberá conocer este plan.

Periódicamente se evaluarán las condiciones operativas del personal y de las instalaciones con el fin de actualizar el plan de contingencias.

### **PRIORIDADES EN EL PLAN DE CONTINGENCIAS**

-Protección del personal

-Protección a propiedad pública, ambiente e instalaciones.

### **COMUNICACIÓN DE CONTINGENCIAS**

El empleado que detecte o se le presente algún incidente o accidente, debe comunicar al jefe de planta.

El jefe de planta deberá actuar según el plan de contingencia y delegara quien debe comunicarse con las entidades regulatorias (policía, bomberos y cruz roja).

La administración de la planta comunicara quienes se viesan afectados según la influencia y ocurrencia del accidente.

Se actualizará el reporte de accidentes (descripción, causas, acciones, hora y fecha).

### **RIESGOS**

<b>RIESGOS</b>	<b>CONTROLES</b>
Riesgo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalización de áreas.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No realizar ingresos no autorizados.</li> <li>• Uso adecuado de protección permanente en horario laboral. (Cascos, guantes y botas).</li> </ul>
Riesgo de tensión durante la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la instrucción de la actividad.</li> <li>• Prevenir con el uso de guantes, traje y equipo de protección personal.</li> <li>• Uso obligatorio de tapete dieléctrico, herramientas y equipos.</li> </ul>
Exposición al ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el tiempo en los que están expuestos al ruido.</li> <li>• Planear actividades de contingencias según la duración en que se encuentren.</li> <li>• Uso obligatorio de tapa oídos.</li> </ul>
Exposición a rayos solares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe haber hidratación permanente.</li> <li>• Descansos con determinada periodicidad.</li> <li>• Uso de lentes con filtro, gorra y protector solar.</li> </ul>
Accidente de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada vehículo debe cumplir las condiciones de seguridad.</li> <li>• Uso obligatorio del cinturón de seguridad.</li> </ul>
Fallas estructurales	Señalización de áreas.
Riesgo de generación de escombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la evacuación de los mismos en un horario establecido.</li> <li>• Ubicación de escombros o residuos sólidos en un área señalizada.</li> <li>• Usar equipos y herramientas adecuadas para el rito de los mismos.</li> </ul>
Riesgo al manejo de herramientas manuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La persona asignada a la labor con determinada herramienta debe conocer el uso y manejo de la herramienta a cargo.</li> <li>• Debe evitar el uso de objetos en las manos tales como anillos o pulseras.</li> </ul>
Riesgos Biológicos	<p>Se debe cumplir con el esquema de vacunación contemplado para las siguientes patologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hepatitis A</li> <li>• Hepatitis B</li> <li>• Influenza.</li> <li>• Tetanus diphtheria.</li> </ul>

### 3.2.13 Plan de gestión recursos humanos.

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Modernización Proceso Cribado.

**SIGLA:** MPCPTARS.

El plan de recursos humanos, muestra el personal que el proyecto tendrá durante su planeación, ejecución y cierre; las personas que serán integrantes nuevos en el equipo y los que ya han tenido proyectos anteriores con el grupo, además de los requisitos que deben cumplir y las bonificaciones que según el caso podrán obtener.

#### **Roles, responsabilidades y autoridad del personal participante en el proyecto.**

<b>ROLES</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	<b>AUTORIDAD</b>
1. Representante legal 2. Abogado 3. Arquitecto 4. Asistente arquitectura 5. Ingeniero mecánico 6. Auxiliar mecánico 7. Ingeniero eléctrico 8. Electricista 9. Ingeniero civil 10. Técnico de demolición 11. Coordinador de montaje	1. Mantener al día los procesos establecidos por la ley y que estos no interfieran con el proyecto. 2. Conocer y realizar lo establecido por la ley. Conocer y defender procesos del proyecto que involucre la legislación. 3. Coordinar procesos de montaje, desmontaje y construcción de la obra. 4. Respetar las decisiones de los superiores, aportar de manera positiva puntos de vista al proyecto. 5. Conocer y validar procesos de piezas y herramientas que se realicen dentro del proyecto. 6. Respetar decisiones de su	1. Sponsor – Abogado 2. Sponsor – Director de proyecto 3. Director de proyecto 4. Arquitecto 5. Director de proyecto 6. Ingeniero mecánico 7. Director de proyecto 8. Ingeniero eléctrico 9. Director de proyecto 10. Ingeniero civil 11. Ingeniero civil

	<p>superior, promover el trabajo en equipo y aportar soluciones a inconvenientes presentados.</p> <p>7. Velar por mantener las condiciones óptimas referentes a la parte eléctrica del proyecto.</p> <p>8. Aportar conocimientos y opiniones frente a las situaciones presentadas durante la ejecución del proyecto.</p> <p>9. Debe trabajar a la par con el arquitecto para definir detalles de obra, montaje y desmontaje.</p> <p>10. Acoger normas, reglas y pasos de actividades a realizar de parte del arquitecto y el ingeniero civil.</p> <p>11. Organizar y llevar paso a paso todo el montaje de la obra, trabajando a la par con los ingenieros y respetando decisiones de sus superiores.</p>	
--	---	--

#### Distribución de personal en el proyecto

PERSONAL DE ADQUISICIÓN	EL PERSONAL DE REINTEGRO
<p>Técnico de demolición</p> <p>Mecánico</p> <p>Ingeniero eléctrico</p> <p>Ingeniero mecánico</p> <p>Coordinador de montaje</p>	<p>Abogado</p> <p>Arquitecto</p> <p>Asistente de arquitectura</p> <p>Ingeniero civil</p> <p>Representante legal</p> <p>Electricista</p>

#### Requisitos de formación

PERSONAL DEL PROYECTO	REQUISITOS
<p>1. Representante legal</p> <p>2. Abogado</p> <p>3. Arquitecto</p> <p>4. Asistente arquitectura</p> <p>5. Ingeniero mecánico</p>	<p>1. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años.</p> <p>2. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>6. Auxiliar mecánico</li> <li>7. Ingeniero eléctrico</li> <li>8. Electricista</li> <li>9. Ingeniero civil</li> <li>10. Técnico de demolición</li>   <li>11. Coordinador de montaje</li> </ul>	<p>designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años en temas afines (licencias, trámites).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años en temas afines relacionados con la ingeniería. Haber manejado mínimo un proyecto con características similares a las de proyecto. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>4. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Debe haber realizado más de la mitad de la carrera. Tener afinidad y conocimiento del tema. Buen trabajo en equipo. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>5. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años en temas afines relacionados con la ingeniería. Haber manejado mínimo un proyecto con características similares a las de proyecto. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>6. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Debe haber realizado más de la mitad de la carrera. Tener afinidad y conocimiento del tema. Buen trabajo en equipo. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>7. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años en temas afines relacionados con la ingeniería. Haber manejado mínimo un proyecto con características similares a las de proyecto. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>8. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Debe haber realizado más de la mitad de la carrera. Tener afinidad y conocimiento del tema. Buen trabajo en equipo. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>9. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Contar con una escritura pública que lo designe como tal. Contar con experiencia mínima de 5 años en temas afines relacionados con la ingeniería. Haber manejado mínimo un proyecto con características similares a las de proyecto. Disponer de horario 24hrs.</li> <li>10. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Debe haber realizado más de la mitad de la carrera. Tener afinidad y conocimiento del tema. Buen trabajo en equipo. Disponer de</li> </ul>
--	--

	<p>horario 24hrs.</p> <p>11. Ser mayor de edad. Ser una Persona Natural. Debe haber realizado más de la mitad de la carrera. Tener afinidad y conocimiento del tema. Buen trabajo en equipo. Disponer de horario 24hrs</p>
--	--

### **Recompensas y Reconocimientos**

Al finalizar el proyecto, los equipos de trabajo que hayan cumplido sus metas en cuanto a tiempo y costos, tendrán una bonificación adicional a su pago normal del salario.

Las personas auxiliares, según su desempeño, podrán participar en otros proyectos alternos en la planta y fuera de ella. Sus cargos pueden ser ascendentes si su desempeño lo demuestra.

### **Reglamentos, Normas y Conformidad Política**

Todos los integrantes deben haber realizado el curso de alturas, la inducción y funcionamiento básico de la planta, además deben cumplir con los requisitos de indumentaria y legales requeridos por los gerentes del proyecto.

Las normas y reglamentos de la planta deben respetarse, como horarios, fechas y especificaciones varias. Quienes ingresen bajo el título de prestación de servicios, deben cumplir con los reglamentos de ley como pago de salud y pensiones.

### **Seguridad**

Lo relacionado al tema de seguridad está determinado por el cargo que vaya a desempeñar cada empleado durante la ejecución del proyecto, la ampliación del tema se encuentra en el plan de gestión de seguridad, donde presenta todo lo relacionado a riesgos, implementos y cuidados que cada uno debe tener para obtener una ejecución y desarrollo óptimo para el proyecto

#### **4. ANEXOS.**

4.1 Anexo 1: Ideas de proyecto de grado.

Anexo 1: Ideas de proyecto de grado

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN A.G.P	OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN		IMPACTO AMBIENTAL	TRIPLE RESTRICCIÓN		TOTAL		
Ampliar de 2 a 6 plantas la infraestructura del jardín sin usar concreto, definir espacios suficientes para ampliar la demanda de 80 a 160 niños matriculados: amoblar cada entorno, basado en metodología Montessori; cumpliendo con todos los requerimientos de la secretaria de	Es un proyecto amplio, requiere integración interdisciplinar. Permite establecer diferentes alternativas para cada solución requiere de un control	4	Se han realizado otro tipo de proyectos en este establecimiento ,por lo que se cuenta con un contacto directo dentro del mismo	3	Se debe evaluar en cuanto a los materiales que se van a usar , si no se puede emplear concreto, las otras opciones deben ser sostenibles y amigables con el medio ambiente al que serán sometidos	2	El tiempo es de mayor atención , pues hay horarios especificos de trabajo y esto conduce directamente al costo, pues se incrementan debido a los turnos y a los espacios	2	11
Modernización del proceso de cribado en la PTAR salitre, debido a que con el actual sistema que filtran los sólidos y genera sobrecostos en el mantenimiento de la planta	Este proyecto permite una interacción entre distintar áreas, se presta para realizar análisis con gran transfondo.  Requiere de muchos campos de acción por parte de la gerencia de proyectos	4	Contamos con un contacto directo por la planta para obtener la información y visitas necesarias para el desarrollo del proyecto.  Conoce los procesos y requerimientos y determinantes de la planta	4	El mismo propósito de la planta ya es sostenible, sin embargo la implementación de nuevos materiales debe contribuir con este mismo objetivo.  Debe evitar riesgos a los empleados	4	El alcance en este punto es el de mayor complejidad, las nuevas propuestas no deben pasar el presupuesto y aparte debe cumplir a cabalidad el proceso que se lleva a cabo	4	16
Granja porcicola (distribuidores de zenú) con 50 trabajadores, tiene un incremento en incapacidades y lesiones menores en los mismos. Se debe realizar un estudio ergonomico y rediseño a todos los puestos de trabajo	Es un proyecto amplio en cuanto a estudios y análisis, pero se reduce a la hora de coordinar, es suficiente con un ergónomo y un diseñador industrial	3	Existe el contacto dentro de la granja, se dificultan las visitas y análisis ya que no se encuentra en Bogotá. Demanda mas tiempo en traslado	3	Se enfoca en la sociedad en sus necesidades para obtener un óptimo desempeño. La parte económica esta restrigida. La ambiental debe reforzarse por medio del rediseño	3	La triple restricción se ve mas afectada en la parte de costos, ya que cuentan con un presupuesto reducido y aún no hay una conciencia de un buen ambiente para el trabajador. Priman intereses particulares a los generales	3	12

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Anexo 2: Análisis de involucrados 1.

Anexo 2: Análisis de involucrados.

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS	RECURSOS Y MANDATOS
DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO	Minimizar las intervenciones periódicas y correctivas a los equipos	1. Saturación y taponamiento de equipos por saturación de sólidos,	R.Disponibilidad de dinero.
		2, Los equipos presentan fallas constantes por error lógico o de automatismo, debido a la alta contaminación de ácido sulfhídrico en los contactos de instrumentación.	R. Mano de obra.
		3. El sistema de filtración y retención de sólidos en muy amplio permitiendo el paso de residuos sólidos de gran tamaño y generando fallas en equipos los cuales se encuentran en la cadena del proceso.	R. Conocimiento
		4. Los repuestos para mantenimiento del equipo son costosos y de difícil adquisición	M. Factibilidad contractual.
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES	Optimizar el sistema de cribado primario y secundario de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre, obteniendo un mejor índice de remoción de sólidos	<p>1. La insatisfactoria filtración de sólidos en el proceso de cribado primario y secundario afecta las metas planteadas por el departamento operativo de la planta; estas metas consisten en obtener una remoción del 60%. Otra condición que se presenta es la de los equipos fuera de servicio pues en muchas ocasiones los causantes se detectan en el sistema de automatismo o incluso los rastrillos son atascados en los canales debido a los sólidos que circulan por los canales, estos ocasionan denivelaciones en el equipo, fallas por atascamiento o frenado y en la mayoría de las ocasiones las eslingas que son cintas en fibra que sostiene los rastrillos para tal efecto son cortadas, esto implica que repuestos de los equipos caen al agua y consecuentemente se deba activar todo un proceso para intervención del equipo y rescate de lo mismos.</p> <p>2. La instalación de cada una de la nuevas unidades de cribado demandará una parada de planta; es necesario que se realice de maner eficaz para que los tiempos muertos sean mínimos y no impacte en los resultados de remoción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre.</p>	R. Disponibilidad de dinero, R. Mano de obra. M. Mandato de Min. Ambiente. R. Recuperación de ríos.

Fuente: Elaboración propia.



4.3 Anexo 3: Alternativas de solución.

Anexo 3: alternativa de solución.

ALTERNATIVAS	INGENIERIA	COSTO RELATIVO		IMPACTO TECNICO/AMBIENTAL		FIN AL
MANTENIMIENTO OVERHAUL	Aunque los equipos demanden asistencias de mantenimiento mientras estos no sean cambiados persistirá la inconformidad en la remoción de sólidos. Los equipos llevan operando alrededor de veinte años, la vida útil de los equipos está agotada y demanda cambiarlos, también los equipos requieren ser optimizados pues la planta ha presentado problemas en otras unidades encadenadas debido al paso de sólidos y al aumento de caudales.	3	El costo es bajo en comparación a las otras alternativas	2	El impacto sería muy bajo y significaría una alternativa paliativa, pues ya no se estaría solución a los problemas de cribado y filtración que presenta la planta.	27
CAMBIO DE EQUIPO CON EL MISMO SISTEMA DE CRIBADO	El historial de los equipos ha demostrado que presentan debilidades en algunos de sus repuestos, tanto en el proceso de adquisición y la duración del mismo. De igual forma el sistema demanda mejoras pues los índices de remociones actuales son deficientes para el cumplimiento de metas planteadas.	3	El costo es alto pues si se piensa en adquirir el mismo equipo, es de exclusividad de la compañía fabricante de la planta y muy posiblemente debido al tiempo transcurrido ya el diseño original se encuentre modificado u obsoleto.	3	Tampoco se estaría minimizando las intervenciones a los equipos que es otro factor que afecta esta zona y estos equipos.	39
INNOVACIÓN Y MEJORA DE CRIBADO EN TODA LA UNIDAD	Estudios técnicos realizados y propuestas de algunos proveedores interesados muestran otros sistemas de cribado dirigidos a aguas residuales con sistemas distintos al actualmente operando con mejores resultados en diversos puntos geográficos del mundo. Ahora bien se pretende no solo optimizar el sistema sino mejorar la eficiencia de filtrado de solidos lo cual representa para la planta de tratamiento un aumento considerable de remoción de sólidos, grasas suspendidas y arenas,	4	El costo de la adquisición del equipo es alto, pero el análisis de la relación costo beneficio con todos los eventos positivos que traería para la planta, puede considerarse como un evento bastante representativo y de alto impacto positivo para la planta.	4	El impacto frente a la optimización de la planta y los índices de control mejorarían, pues ya que dichos equipos son puntos críticos dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales. Socialmente se estaría contribuyendo a la mejora de un problema social que es la contaminación de aguas.	412

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Anexo 4: Formato de solicitud de cambio.

Anexo 4: Formato de solicitus de cambios.

FORMATO SOLICITUD DE CAMBIO										PROYECTO			
Proceso:										MODERNIZACIÓN DE LA UNIDAD DE PROCESO DE CRIBADO			
										EN LA PTAR SALITRE			
										CONSECUTIVO			
INFORMACIÓN BÁSICA DEL REQUERIMEITNO													
FECHA DE SOLICITUD			DONDE SE REQUIERE EL CAMBIO							CIUDAD			
DIA	MES	AÑO											
DATOS DEL USUARIO SOLICITANTE													
NOMBRE		CARGO				AREA				NUMERO DE IDENTIFICACIÓN			
DETALLE DEL REQUERIMIENTO													
El solicitante entrega el diseño inicial con la descripción del cambio										SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
TIPO DE REQUERIMIENTO					PRIORIDAD				JUSTIFICACIÓN DE LA PRIORIDAD				
MEJORA	<input type="checkbox"/>	REPORTE			<input type="checkbox"/>	ALTA			<input type="checkbox"/>				
ELIMINACIÓN	<input type="checkbox"/>	INFRAESTRUCTURA			<input type="checkbox"/>	MEDIO			<input type="checkbox"/>				
OTRO CUAL?	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	BAJA			<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>	URGENTE			<input type="checkbox"/>				
DESCRIPCION DEL CAMBIO													
BENEFICIOS DEL CAMBIO:													
ANÁLISIS DEL REQUERIMIENTO													
Modifica		Modifica Cronograma		Tiempo que afecta el proyecto				Fecha estimada entrega inicial			Fecha estimada entrega final		
Si	No	Si	NO										
ANÁLISIS INICIAL DEL CAMBIO													
ACTIVIDAD				RESPONSABLE				FECHA			TIEMPO EJECUCIÓN		
PLAN DE CONTINGENCIA													
ACTIVIDAD				RESPONSABLE				FECHA			TIEMPO EJECUCION		
1.													
2.													
3.													
FIRMAS DE APROBACIÓN DEL CAMBIO													
AUTORIZADO POR:						APROBADO POR							
NOMBRE						NOMBRE							
CARGO						CARGO							
FIRMA						FIRMA							

## BIBLIOGRAFÍA.

- Camargo, I. D.-K. (23 de Agosto de 2014). *www.es.scribd.com*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/246432375/Plan-de-Gestion-de-Sostenibilidad#scribd>
- DEGREMONT. (1997). *Documentación Proveedores* (Vol. 7). Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Suez Lyonnaise Des Eaux.
- DEGREMONT. (1997). *Manual de Funcionamiento PTAR SALITRE* (Vol. 1). Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Suez Lyonnaise Des Eaux.
- Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - ESP. (5 de Febrero de 2015). Obtenido de Portal EAB: <http://www.acueducto.com.co>
- Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá. (2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013). *Informe de Gestión*. Planta PTAR SALITRE, Cundinamarca. Bogotá: División Mantenimiento.
- ICONTEC. (2015). *Norma técnica Colombiana Patente nº 1488*.
- ICONTEC. (2015). *Norma técnica Colombiana Patente nº 4499*.
- ICONTEC. (2015). *Norma técnica Colombiana Patente nº 5613*.
- Institute, P. M. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK. Quinta edición*.
- Lozano - Rivas, UNAD. (2012). *Diseño de Plantas de tratamientos de Aguas Residuales*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de Desbaste: <http://datateca.unad.edu.co/>
- Monografias. (12 de Febrero de 2000). *Monografias*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos82/pretatamiento-aguas-residuales/image007.jpg>
- Monografias. (12 de Febrero de 2000). *Monografias*. Recuperado el 14 de 03 de 2014, de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos82/pretatamiento-aguas-residuales/image008.jpg>.
- Mulcahy, R. (2013). *Preparación para examen PMP. Octava edición*. RMC Publications.
- operaciones., E. d. (2004). *Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR EL SALITRE. Manual de operación y seguimiento*. Bogotá: EAB. .
- Quiminet. (25 de Febrero de 2014). Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-cribado-o-tamizado-34166.htm>

Resolución 0058 . (2015). *Resolución 0058*. Cundinamarca. Bogotá: EAB.

*www.acueducto.com.co*. (11 de Febrero de 2014). Obtenido de  
<http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal>

*www.monografias.com*. (12 de Febrero de 2000). *Monografias*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos82/pretatamiento-aguas-residuales/image008.jpg>